



**УНИВЕРСИТЕТСКА МНОГОПРОФИЛНА БОЛНИЦА ЗА АКТИВНО
ЛЕЧЕНИЕ И СПЕШНА МЕДИЦИНА „Н. И. ПИРОГОВ“ ЕАД – София
ОТДЕЛЕНИЕ ПО ЛИЦЕВО-ЧЕЛЮСТНА ХИРУРГИЯ**

Доц. д-р Николай Светославов Янев, дм

**АЛГОРИТЪМ ЗА КЛИНИЧНО ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИРТУАЛНО
ПЛАНИРАНЕ, МОДЕЛИРАНЕ И ЗД ПРИНТИРАНЕ ПРИ
ЛОКАЛНИ, РЕГИОНАЛНИ И МИКРОСЪДОВИ РЕКОНСТРУКЦИИ
НА КОМПЛЕКСНИ ЛИЦЕВО-ЧЕЛЮСТНИ ДЕФЕКТИ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за придобиване
на научната степен „доктор на науките“

Научна специалност
Неврохирургия

София, 2022 г.

Дисертационният труд се състои от 246 страници и е онагледен с: 12 таблици и 147 фигури. Библиографията включва 253 литературни източника, от които 15 на кирилица и 238 на латиница.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 18.07.2022 г., понеделник, в 13.30 ч., в Аула „Проф. д-р Александър Чирков“ на УМБАЛ „Св. Екатерина“, София, на основание на чл. 32, ал. 2 и 3 от Правилника за развитие на академичния състав в УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“ ЕАД, София, съгласно решение на Научен съвет с протокол № НД-01-2/18.05.2022 г. и въз основа на Заповед № РД-26-1325/30.05.2022 г. на Изпълнителния директор на УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“, пред научно жури в състав:

Вътрешни членове

Проф. д-р Николай Стефанов Габровски, дмн

Проф. д-р Мая Георгиева Аргирова, дм

Доц. д-р Георги Константинов Поптодоров, дм

Резервен член

Доц. д-р Николай Валентинов Велинов, дм

Външни членове

Проф. д-р Венцислав Тодоров Цветков, дм

Проф. д-р Павел Кирилов Станимиров, дм

Проф. д-р Росен Господинов Коларов, дм

Проф. д-р Антон Йорданов Джоров, дмн

Резервен член

Проф. д-р Методи Захариев Абаджиев, дмн

Материалите по защитата са на разположение в Научен отдел и са публикувани на интернет страницата на УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“ ЕАД – София.

Забележка: В автореферата номерата на таблиците и фигурите не съответстват на номерата в дисертационния труд.

СЪДЪРЖАНИЕ

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ.....	4
ВЪВЕДЕНИЕ	5
ЦЕЛ И ЗАДАЧИ	6
СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ	7
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	7
1. Пациенти	7
2. Методи	9
РЕЗУЛТАТИ	36
I ГРУПА ПАЦИЕНТИ	36
II ГРУПА ПАЦИЕНТИ	69
ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	151
ИЗВОДИ	152
ПРИНОСИ	156
ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	158

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

XE	Хънсвилдови единици
ABS	Акрилонитрил бутадиен стирен
ACE	Arteria carotis externa
ACI	Arteria carotis interna
ACIP	Arteria circumflexa iliaca profunda
ACS	Arteria circumflexa scapulae
ALT	Предно-латерално бедрено ламбо
ASA	Американско сдружение на анестезиолозите
ATD	Arteria thoracodorsalis
CAD (Computer Aided Design)	Компютърно подпомогнат дизайн
CAE (Computer Aided Engineering)	Компютърно подпомогнато инженерство
CAM (Computer Aided Manufacturing)	Компютърно подпомогнато производство
CLIP (Continuous Liquid Interface Production)	Производство посредством течен интерфейс
EBM (Electron Beam Manufacturing)	Производство с електронни снопове
FDM (Fused Deposition Modeling)	Слято депозиционно моделиране
LOM (Laminated Object Manufacturing)	Ламиниращо производство
MDCT	Мултидетекторен компютърен томограф
PEEK	Полиетеретеркетон
Polyjet (Photopolymer Inkjet Printing)	Полиджет 3Д принтиране
SCM	Стерноклейдомастоиден мускул
SIAS	Spina iliaca anterior superior
SLA (Stereolithography)	Стереолитография
SLS (Selective Laser Sintering)	Селективно лазерно синтероване
VCIP	Vena circumflexa iliaca profunda
VJE	Vena jugularis externa
VJI	Vena jugularis interna

ВЪВЕДЕНИЕ

Лицето е епицентър на човешката същност. Ако направим паралел със сеизмологичната наука, в която хипоцентърът е мястото на зараждане на едно земетресение, а епицентърът – зоната на неговото проявление на повърхността, то можем да кажем, че лицето е не само образ на нашата същност, но и проявление на вълните на нашия разум и душевност. И докато светът на душата е дълбоко скрит за мнозина, лицето е явно и открито за всички, и по него могат да личат не само белезите на индивидуалните ни характеристики, но и черти на емоционалния ни и житейски опит. Лицето съсредоточава както нашата физическа индивидуалност, така и множество специфични функционални процеси, които разбираемо го превръщат в една от най-деликатните и скъпоценни части на тялото.

Лицево-челюстната хирургия се занимава с целия обем от болестни процеси, които биха могли да атакуват лицето, външната част на главата и шията. От своя страна, реконструкцията на обширните дефекти, причинени от хирургичното лечение, е сериозно предизвикателство за лекарите и същевременно е въпрос от първостепенно житейско значение за пациентите и техните близки.

Микросъдовата реконструктивна хирургия поставя началото на нова епоха във възстановяването на сложните дефекти не само на лицето, но и в областта на главата, шията и тялото като цяло. В последните 5–10 години развитието е подпомогнато изключително много и от новите дигитални технологии в медицината, които предизвикват и нашия задълбочен интерес.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Цел

Целта на настоящия труд е създаването на алгоритъм за клинично приложение на методите на виртуално 3Д планиране, моделиране и принтиране при локални, регионални и микросъдови реконструкции на обширни костни дефекти в лицево-челюстната област, след осъществяване на съответното хирургично лечение и проследяване на резултатите от него.

Задачи

1. Систематизиране на необходимите подготвителни изследвания и стъпките в процеса на виртуално планиране, моделиране и съответна костна лицево-челюстна хирургична интервенция.

2. Производство на индивидуални 3Д челюстни модели при пациенти с костни резекции и реконструкции и индивидуализиране на стандартни реконструктивни импланти по тях, като първоначален етап на приложение на дигиталните методи в хирургичната практика.

3. Цялостен процес на дигитално планиране, моделиране, оперативно симулиране, производство на хирургични трансферни водачи и 3Д пациент-специфични импланти.

4. Интраоперативно приложение на индивидуализираните стандартни импланти по произведените 3Д челюстни модели, както и на 3Д принтираните пациент-специфични импланти и хирургични водачи.

5. Обобщаване на алгоритъм за приложение на методите на виртуално 3Д планиране, моделиране и принтиране при локални, регионални и микросъдови реконструкции на обширни костни дефекти в лицево-челюстната област.

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За период от 4 години – от май 2016 до април 2020 г., в клиничното проучване са включени 22 пациенти със заболявания в лицево-челюстната област, налагащи хирургична интервенция за отстраняване на обширни зони от различни костни и мекотъканни структури на лицето и едновременно реконструкция с помощта на методите на 3Д виртуалното планиране, моделиране и принтиране.

1. Пациенти

1.1. Включване и разпределение на пациентите:

Критерии за включване:

– с първични или вторични обширни костни дефекти на лицето, нарушаващи структурната основа на покривния обем меки тъкани и създаващи значими функционални и естетични нарушения;

– с липса на противопоказания от общ и локален характер за осъществяване на едноетапна оперативна интервенция под обща анестезия за отстраняване на патологичния процес и едновременно реконструиране на дефекта с помощта на техниките на микросъдова или регионална артериализирана хирургия, както и чрез самостоятелно или комбинирано приложение на пациент-специфичен 3Д имплант или индивидуално моделиран имплант по пациент-специфичен костен модел;

– с възможности за самостоятелно или подпомогнато финансиране на изработването на 3Д принтирания модел или импланти в условията на здравната система в България.

Последният от посочените критерии е натоварен с изключителна тежест както от биоетична, така и от чисто човешка гледна точка поради липсата на финансиране от страна на НЗОК за каквито и да било имплантируеми

изделия в лицево-челюстната област в здравната система на България към момента на разработване и осъществяване на настоящия дисертационен труд (2016–2022 г.). Същото важи и изобщо по въпросите на триизмерното виртуално планиране и моделиране. Поради това пациентите и техните семейства се налага да финансират сами своето съвременно лечение, да използват средства от допълнителни здравноосигурителни фондове или здравни застраховки или да вземат финансови заеми за подsigуряване на лечението си. Изключение от това правило националната ни здравна система прави единствено в случаите на операции на деца под 18 години, когато би могло да се разчита на финансиране от страна на НЗОК при определени условия.

Въпреки това, сме убедени, че съвременните методи на дигитално асистирана хирургия в областта на лицето трябва да навлязат възможно най-бързо в медицинската практика на България и искрено се надяваме този труд да бъде известен принос в тази насока.

Разпределение:

Пациентите са разделени в две групи.

В първата група от 12 пациенти (вж. табл. 2) са включени тези, при които след обработка на данните от компютър-томографските изследвания на лицевия скелет са произведени 3Д модели, представящи реален образ на скелетната патология или при по-тежките случаи – възстановен образ на челюстните кости с помощта на техниката на „огледалния образ (mirror image)”, при който здравата страна се използва за модел и се пренася по време на дигиталното планиране огледално върху засегнатата от болестния процес страна за генериране на пациент-специфичен модел с акуратни индивидуални характеристики. Тези модели са използвани както предоперативно, така и интраоперативно за ориентиране в

патологичната костна находка, за планиране на резекцията и за моделиране (огъване) на стандартните импланти (най-често реконструктивни костни пластини), използвани при костното възстановяване.

Във втората група от 10 пациенти (вж. табл. 3) са включени тези, при които е осъществено цялостно виртуално планиране на пълната скелетна оперативна интервенция, вкл. със симулиране на костната реконструкция и са произведени хирургични водачи с оглед екзактен пренос на виртуалния план в реалната операция, както и е произведен триизмерен пациент-специфичен имплант за поддържане на реконструктивните костни сегменти и възстановяване на правилния и хармоничен лицев контур.

2. Методи

2.1. Клинични методи

2.1.1. Интервю и събиране на анамнестични данни
– подробни и насочени вербални въпроси, засягащи събирането на данни относно:

Анамнеза на настоящото заболяване (anamnesis morbi)

С насоченост на анамнестичното изследване към конкретната лицево-челюстна патология, която води пациента при нас – вкл. характер на настоящите оплаквания, време на появата им, ход до момента, както и евентуален тип на процес, който би могъл да изисква обширна резекция на лицевия скелет.

Анамнеза на живота (anamnesis vitae)

Получаване на данни относно придружаващи и/или минали заболявания, в т.ч. и алергии към храни, лекарства или фактори на околната среда. Основна насоченост по отношение на предходни операции на лицето, устната кухина и шията, предходно лъчетерапевтично лечение в горната част на тялото, предходно или съпътстващо друго

онкологично лечение, операции на крайниците или торса, в това число – съдова недостатъчност и/или предходни операции на съдовете, аксиларни или ингвинални дисекции, ставно протезиране, други костно-мускулни операции и т.н.

Медикаментозна история

С интерес към регулярна или спорадична употреба на медикаменти, въздействащи върху сърдечната, съдовата, нервната, дихателната, гастроинтестиналната, костно-мускулната системи – особено по отношение на прием на бисфосфонати или лиганди на рецепторния активатор на нуклеарния фактор капа-Б (RANK-L) в хода на лечение на метастатични костни процеси или лечение на остеопороза и др.

Социална анамнеза

Потвърждаване на личните данни – име, възраст, пол и събиране на данни относно образование, семейно положение, професия и социално-битова среда на живот – с евентуални вредни фактори в тях, имащи потенциално отношение към патологията на лицето, устната кухина и шията.

Вредни навици и здравна просвета

Основно внимание се обръща на тютюнопушенето като водещ рисков фактор за сърдечносъдови и общосъдови заболявания, белодробни и онкологични заболявания; злоупотребата с алкохол; употребата на естествени или синтетични опиати и т.н.

Фамилна анамнеза

Сведения за евентуални наследствено предавани болести – органни или телесни аномалии, кръвни заболявания – хемофилия или анемия, сърдечносъдови, онкологични, инфекциозни заболявания и др. Сведения също така относно продължителността на живота на родствениците, особено тези от първа линия и т.н.

2.1.2. Анкета

Използвана е основно при предоперативната анестезиологична консултация, с оглед избягване на обективни и субективни пропуски при набирането на информация относно – предходни оперативни интервенции, анестезиологични и реанимационни проблеми, алергии, медикаментозна история, вредни навици, заболявания на централната и периферната нервни системи, психични заболявания, заболявания на дихателната система, на сърдечно-съдовата система, чернодробни, бъбречни заболявания, заболявания на опорно-двигателния апарат, гастроинтестинални, хематологични заболявания, инфекциозни болести, предходни кръвопреливания, рязка промяна в телесното тегло и т.н.

За анкетния метод е използвана стандартната бланка на Документ № 2 за предоперативна анестезиологична консултация от Медицинския стандарт по анестезиология и интензивно лечение (фиг. 1).

Въпросите в него са както затворени – с възможност за посочване на отговори „Да“ и „Не“, така и отворени – с поискване на конкретна допълнителна информация при посочен отговор „Да“, например в частта за медикаментозната история, в частта за сърдечно-съдовите заболявания и т.н.

Целта на този анкетен метод е, съвместно с находката от физикалния преглед и лабораторните и инструментални изследвания, да се подпомогне анестезиологът и хирургичният екип по отношение на определянето на анестезиологичния риск и осъществяването на евентуални допълнителни изследвания и консултации предоперативно.

Анкетната бланка завършва със систематизирано определяне на анестезиологичния риск въз основа на широко приетата петстепенна скала за оценка на риска на Американското анестезиологично сдружение (ASA).

ЛИСТ ЗА ПРЕДОПЕРАТИВНА АНЕСТЕЗИОЛОГИЧНА КОНСУЛТАЦИЯ И ПРЕЦЕНКА

Име.....
 год..... р-ст..... тел.но..... Кр. група.....

ЕГП									
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ИЗ.№.....

Отделение..... Стая.....

Лекуващ лекар (оператор).....

Диагноза.....

I. Въпросник за пациента:**Оперирани(а) ли сте досега?**

Кога	Къде	Операция	Вид упойка (местна, обща)

ОТБЕЛЕЖЕТЕ С "X" ОТГОВОРА

ДА НЕ

1. Имали ли сте проблеми с анестезиите (упойката)?**2. Декували ли сте някога в реанимация (интензивно отделение)?****3. Имате ли полнужаващи заболявания?****4. Алергия - към храни, прах, полени, лекарства:**

(както се посочват по възможност точно)

5. Прием на лекарства в момента - какви?**6. Прием на лекарства в миналото - какви?****7. Привикнали ли сте към:**

Алкохол

Гипотензивни.....

Наркотици

8. Ставате ли от заболявания на ЦНС?

Прекрали ли сте инсули?

Имате ли парези?

Имате ли спазми на създат?

9. Ставате ли от заболявания на периферната нервна система?

Имате ли мимически гримаси?

Имате ли спазми и с какво сте лекувани?

10. Боледувате ли от исхемични заболявания?**11. Имате ли заболявания на дихателната система?**

Повишена температура през последните две седмици

Хрема, болки в гърло ото, кашлица

Имате ли хрип?

Имате ли хроничен фарингит или ларингит, промяна в гласа

Имате ли бронхит на астма

Имате ли бронхит и ли пневмония

Прекрадали ли сте туберкулоза или друго белодробно заболяване?

12. Имате ли заболявания на сърдечно - съдовата система?

Високо артериално налягане и с какво го лекувате?

Прекрадали ли сте инфаркти кога?

Имате ли ритмични нарушения и с какво ги лекувате?

Имате ли сърдечен стимулатор (пейсмейкър)?

ОТБЕЛЕЖЕТЕ С "X" ОТГОВОРА		ДА	НЕ
Оплаква ли сте се от стягащи болки в сърцето?			
13. Имате ли заболяване на черния дроб?			
Пожълвявали ли сте някога?			
Прекрадали ли сте вирусен хепатит?			
Имате ли цироза?			
14. Имате ли бъбречно заболяване?			
15. Имате ли заболяване на опорно - двигателния апарат?			
16. Боледувате ли от диабет (Захарна болест)?			
17. Имате ли анемия или друго кръвно заболяване ?			
18. Боледувате ли от глаукома, имате ли проблеми със зрението?			
19. Боледува ли ли сте от инфекциозни заболявания?			
20. Боледува ли ли сте от венерическо заболяване?			
21. Боледувате ли от СТИИ?			
22. Боледувате ли от язва?			
23. Кървите ли продължително при нараняване?			
24. Извършвано ли Ви е кръвопреливане, имало ли е усложнения?			
25. Имате ли подвижни (клатещи се) зъбни протези, имате ли клатещи се зъби?			
26. Имате ли рязка промяна в телесното тегло?			
27. Оплаквате ли се от склонност към гадене и повръщане?			
28. Ако сте жена, бременна ли сте (кърмите ли)?			
29. Ако сте жена, ползвате ли противозачагъчни средства?			

II. Физикален преглед:

Артериално налягане: Пулс:..... Дихателна честота:..... Темп.:

Сърце: Бели дробове (дихание):

Дихателни пътища:

Крайници:

Други:

III. Лаборатории: Hgb..... Htc..... Кр. Захар.....

КръряКреатинин.....Общ белтък

Електролити: Na.....К.....Са.....Сl

ЕКГ

Ро-графни.....

Други

Анестезиологичен риск - ASA клас:(в точки)

ASA I: (0-1) - пациенти в добро здраве. Включва най - лекия контингент болни, без доказани органични съпътстващи заболявания.

ASA II: (2-3) - пациент със системно заболяване в лека до средна форма. Органични заболявания, невяжания върху основните функции.

ASA III: (4-7) - пациенти със системно заболяване в тежка форма, ограничавано неговата активност, но без да го инвалидизира. Клинично значими заболявания.

ASA IV: (8-15) - пациенти със системно заболяване в тежка форма, водещо до инвалидност и/или заплашващо живота му - категория с живото-застрашаващи придружаващи сградания.

ASA V: (>16) - "Морибуиден пациент" при който очакваната продължителност на живота е до 24 часа със или без операция.

"E" - Ако се налага оперативна интервенция по спешност, към съответния клас се прибавя "E" (Emergency).

Фиг. 1. Лист за предоперативна анестезиологична консултация

2.1.3. Анализ на данните от медицинска документация

Преглед и запознаване с наличната медицинска документация на пациента до момента, касаеща конкретния насочващ проблем, неговата история и евентуално предходно лечение, други хирургични и нехирургични лечебни процеси в миналото на базата на официални епикризи, допълнителни клинични и параклинични изследвания, насочваща информация от личен лекар, специалисти от извънболничната или болничната система или друга медицинска документация. При онкологичните случаи се обръща внимание на предходни образни изследвания и особено на хистологичните резултати, вкл. с преглед и анализ на самите хистологични препарати от екипа, който ще изследва постоперативните препарати, а при необходимост и допълнителни външни консултации със специалисти патохистолози.

2.2. Лабораторни изследвания

На всички описани пациенти са назначени стандартни предоперативни клинично-лабораторни изследвания, непосредствено преди оперативната интервенция или до 5 дни преди нея (на пациентите в добро и стабилно общо състояние), в обем – пълна кръвна картина (ПКК) с диференциално броене и скорост на утаяване на еритроцитите (СУЕ), биохимичен анализ – ниво на кръвна захар, транс-аминази – аспартат аминотрансфераза (АСАТ) и аланин аминотрансфераза (АЛАТ), общ белтък, албумин, С-реактивен протеин, креатинин, урея, микроелементи – калий, натрий, хлор, хемостазен профил, кръвна група и други изследвания по показания.

2.3. Инструментални методи

Компютърна томография

Прецизното компютърно томографско изследване е основополагащо за осъществяване на правилно дигитално

планиране, симулиране, моделиране и последващо 3Д принтиране в лицево-челюстната патология.

Използваният от нас протокол е разработен под ръководството на доц. д-р Мария Недевска, дм, ръководител на Клиниката по образна диагностика към УМБАЛ „Св. Екатерина“, София.

Протоколът е подготвен в две насоки:

1. Изследване на лицето и шията

Комбинация от нативно и двуфазно контрастно компютърно томографско (КТ) изследване по мултидетекторен сканиращ протокол (MDCT), със средна дебелина на срезове 0,5 мм и следните детайли:

- Липса на анамнестични данни от страна на пациента за алергия към медикаменти, храни и фактори на околната среда или проведена противоалергична подготовка след съответно тестване към интравенозни образни контрастни средства.

- Нормална бъбречна функция и липса на други противопоказания за провеждане на контрастно образно изследване.

- 18G IV абокът, поставен най-често в кубитална вена.

- Обикновено латерално проектиране.

- Сканиращ обем от върха на фронталните синуси до трахеалната бифуркация.

- Обемна КТ за нативното изследване, 16 см покритие по дължина.

- Спирална КТ за бифазното контрастно изследване – артериална и венозна фаза.

- Интравенозно 100 мл/4 мл/сек. инжектиране на йод-базирана контрастна материя (350 мг/мл) + 50 мл/4 мл/сек последваща апликация на физиологичен разтвор.

- 120 kV; Автоматизирана дозова модулация.

2. Изследване на долната половина на тялото – с КТ ангиография на таза и долните крайници с оглед прецизиране на най-добрата микроваскуларна костна зона

- Спирална кранио-каудална сканираща проекция.
- Сканиращ обем от диафрагмата до стъпалото.
- Протокол с ниска радиационна доза, автоматизирана модулация и допълнителен повтарящ се реконструктивен алгоритъм.
- Ротационно време – 0,5 сек.
- Индивидуална селекция на придвижването (pitch).
- Колимация на срезове – 64 x 0,5 мм.
- Контрастна материя с високо йодно съдържание – 370 или 400 мг/мл.
- Скорост на приложение на контраста – 4,5–5 мл/сек.
- Обработка на образите на съответна специализирана работна станция.

Доплер сонография

Ултразвуковото изследване на съдовете е използвано също така по два повода:

1. Предоперативна оценка на кръвоснабдяването на предмишницата и ръката в случаи на радиални микросъдови ламба

Когато е необходимо да се оформят и повдигат микросъдови ламба от предмишницата, базирани на радиалната артерия, е необходимо да се верифицира адекватността на улнарната артерия и на палмарните съдови дъги да компенсират кръвоснабдяването на ръката, след премахването на радиалната артерия. За целта ние използваме освен достъпния за клинично приложение и много популярен тест на Алън (Allen 1929 г. и Cable 1999 г.), така също и ултразвуково изследване, при което се използва трансдюсер в диапазона между 5–10 МХц, като по-ниската честота е приложима предимно за по-големите и по-дълбоко разположени съдове (напр. дисталната част на

брахиалната артерия и зоната на отделяне на радиалната и улнарната артерии), а по-високата честота за по-фините и по-повърхностно разположени части на съдовете, следвайки правилото, че по-високата трансдюсерна честота предоставя по-висока резолюция и чистота на образа, но прониква на по-малка дълбочина в тъканите.

Следвайки правилото, че различни анатомични съдови вариации или проблеми биха могли да нарушат адекватната перфузия на ръката след повдигане на радиално микросъдово ламбо, като например – непълноценна повърхностна палмарна дъга (*arcus palmaris superficialis*); доминиращ радиален съд в повърхностната палмарна дъга или друга малформация; и дори липса на улнарната артерия, ние разчитаме и на ултразвуковата верификация. Въз основа на това всички наши пациенти, при които предстои реконструкция с радиално ламбо, преминават на ултразвукова оценка на радиалната артерия (*a. radialis*), улнарната артерия (*a. ulnaris*), повърхностната съдова дъга на ръката (*arcus palmaris superficialis*), както и на дълбоката (*vv. radiales comitantes*) и на повърхностната (*v. cephalica et v. basilica*) венозни системи на предмишницата.

При изследването разчитаме също така и на ултразвук верифицирания тест на Алън, при който с високочестотна сонда (8–10 МХц) се сканира зоната на проксималната палмарна кожна гънка в основата на палеца. Там се визуализира преходната зона между радиалната артерия и повърхностната съдова дъга. При затруднение в идентифицирането на тази съдова структура би могло да се използва и указанието, че радиалният завой на повърхностната палмарна съдова дъга може да се открие там, където надлъжната линия през воларната средна линия на показалеца среща кожната гънка в основата на палеца или еминенцията на тенара. Когато радиалната част на съдовата дъга се визуализира, се притиска мануално радиална-

та артерия в дисталната част на предмишницата, за да се спре притокът на кръв през нея към ръката. Ако при това положение доплерът потвърди кръвоток през повърхностната съдова дъга в посока към радиалната артерия, тогава се приема, че съществува нормална перфузия на ръката дори и при липса на радиална артерия, т.е. тази предмишница би могла да се използва за донорна област за радиално микросъдово ламбо.

В допълнение на стандартния доплер с постоянна вълна (continuous wave Doppler), описан по-горе, би могъл да се използва и цветен доплер (color Doppler) за идентифициране на посоката на кръвотока на повърхностната съдова дъга, разчитайки на спектралния анализ, който той предоставя.

2. Следоперативно проследяване на микросъдовите анастомози с помощта на портативен доплер

Микросъдовите анастомози в областта на шията и дисталните проекции на анастомозирани съдове към реконструктивното ламбо регулярно се мониторират следоперативно посредством собствен портативен доплеров апарат с 8 МХц сонда (фиг. 2) през първите 7 дни. Това мониториране се извършва в допълнение към клиничната преценка за виталността на микросъдовотрансферираните тъкани.



Фиг. 2.
Използваният
от нас тип
портативен
доплер

Ортопантомография

На пациентите с резекции в областта на челюстните кости се назначава и дигитална ортопантомография за оценка на съзъбието.

Рентгенография на бял дроб и сърце

Като етап от предоперативната подготовка за обща анестезия, непосредствено преди нея, на пациентите се назначава и рентгенография на бял дроб и сърце, освен в случаите на предоперативна компютърна томография на гръден кош, приложена в помощ на стадирането на високорисковите или авансиралите лицево-челюстни малигнени процеси.

2.4. Информационни, технологични и медицинско-инженерни методи

Най-съществената част от планирането и моделирането в дигитално асистирания хирургичен подход се осъществява с помощта на медицинско-инженерна колаборация, използвайки информационно-технологични софтуерни платформи и съответен технически ресурс.

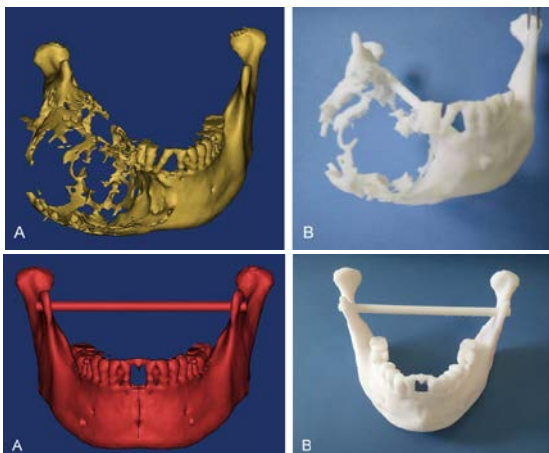
При първата група от 12 пациенти (вж. Резултати, табл. 2), при които са изработени триизмерни модели на челюстните кости, са използвани следните подходи:

На първите двама пациенти с микросъдова реконструкция, съответно на горната и на долната челюст, са изработени 3Д модели (вж. фиг. 10 и 16) в лабораторията по CAD/CAM/CAE технологии на ТУ – София, ръководена от проф. д-р инж. Георги Тодоров, дн, от екип с ръководител гл. ас. д-р инж. Явор Софронов.

С помощта на Mimics Software (Materialise, Leuven, Belgium) са осъществени следните стъпки за производството на 3Д принтиран скелетен модел:

- анализ на информацията на постъпилия DICOM формат от компютър-томографското изследване;
- сегментиране на образите;
- определяне на зоната на интерес и поставяне на съответните граници;
- изграждане на дигитален модел – в първия случай на цял череп, изобразяващ и съответната патология на максилата вляво (вж. фиг. 10); във втория случай на долна челюст, с виртуално изграждане на дясната половина на челюстта, която е значимо увредена от авансирал рецидивен амелобластом, с помощта на огледален образ от лявата половина на челюстта (вж. фиг. 16);
- премахване на артефактите;
- диагностициране за евентуални грешки и потвърждаване на дизайна;
- експортиране на .stl файл към софтуерното управление на 3Д принтера;
- изпълнение на 3Д принтирането по технологията на слятото депозиционно моделиране (FDM).

Останалите 10 модела на пациентите в тази група са произведени от медико-инженерен екип на фирма Био-принт, с помощта на 3D Slicer платформа (The Slicer Community), следвайки същите принципни стъпки. От тях – 4 бр. предоставят реален триизмерен моделен образ на челюстта с изобразяване на съответната костна патология; 3 бр. изобразяват реалното състояние на костта без в нея да се изобразява костна патология; 3 бр. с реконструктивен образ на мандибуларната кост (преди патологичният процес да унищожи или деформира значителна част от нея), посредством технологията на огледалния образ (фиг. 3). Самото 3Д принтиране в тези 10 случая е осъществено чрез фотополимерно инкджет принтиране.



Фиг. 3. Реален и реконструиран огледален образ на 3Д модел при пациент с обширен амелобластом на долната челюст (цит. по Hao, 2019)

Във втората група от 10 пациенти (вж. табл. 3) е осъществен цялостен процес на генериране на дигитални модели на лицево-челюстната патология при всеки отделен пациент, както и на донорната зона за микросъдова скелетна реконструкция, в съчетание с виртуално планиране и симулиране на резекционната и реконструктивната фази на оперативната интервенция, производство на сетове от хирургични водачи за трансфериране на виртуалния план в реалната операция (при 8 от 10-те пациенти), както и производство на 3Д пациент-специфични импланти (при всички пациенти), придружени от 3Д модели на реконструираните лицеви структури, и на донорните костни зони.

Този процес е осъществен съвместно с медико-инженерния екип на фирма KLS Martin (Tutlingen, Germany) посредством периодични онлайн конференции по следния протокол:

- Запис на DICOM-образите на кранио-максилно-фациалния скелет и на потенциалните донорни зони в онлайн платформата KLS IPS Gate®.

– Верификация и анализ на предоставените образи от медицинския инженер.

– Конвертиране на КТ образите в дигитален пациент-специфичен модел, аналогично на по-горе описаните стъпки при пациентите от първата група.

– Онлайн среща на хирургичния и инженерния екип, протичаща в следните стъпки:

- потвърждаване на образите и на инженерния анализ до момента;

- верификация на неутралната позиция на главата, както и на срединната сагитална позиция, с оглед правилна триизмерна ориентация на дигиталния модел;

- верификация на правилната мандибуларна позиция или правилната позиция на отделните фрагменти (при вторичните мандибуларни дефекти), вкл. с правилното съотношение на ТМС комплекса – кондил/фоса;

- виртуална лицево-челюстна резекция с отстраняване на необходимия обем патологично поразени тъкани със съответен хирургичен борд, следвайки принципите за радикалност;

- потвърждаване на донорната костна област и избор на конкретната локализация на донорния участък в съответната кост;

- потвърждаване на позицията на хранещия донорната зона съд и локализацията на анастомозата в областта на шията;

- оформяне и резекция на донорните костни сегменти и виртуален трансфер в областта на реципиентната лицево-челюстна зона;

- подбор на оптималната позиция на разположение на реконструктивните костни фрагменти в областта на дефекта;

- дизайн и конструиране на пациент-специфичния титанов имплант в съответствие с виртуално реконструираната лицево-челюстна анатомия и базиране на съответната контурна челюстна форма;

- суперимпониране на образите;
- конструиране на хирургичните водачи;
- потвърждаване на плана и заключение.

- Симулиране на плана от медицинския инженер.
- При възникване на проблеми, въпроси или допълнителни моменти – нова онлайн конференция.

- Съставяне на цялостен доклад на виртуалното 3D планиране и конструиране от медицинския инженер.

- Първоначален преглед на плана и потвърждаване на детайлите от водещия хирург.

- Финален преглед, верификация и писмено потвърждаване от водещия хирург със запис на съответната подписана прескрипция в онлайн платформата KLS IPS Gate®.

- Производство на титановия имплант с помощта на технология за селективно лазерно синтероване и на полимерните хирургични водачи чрез слято депозиционно моделиране.

- Клиничен хирургичен етап – резекция на лицевата патология и съответна реконструкция чрез пренос на виртуалния план в реалната оперативна интервенция.

2.5. Оперативни методи

Оперативните методи са представени от лицево-челюстните резекции с едномоментни микросъдови реконструкции и едномоментни регионални аксиални реконструкции.

Лицево-челюстните резекции следваха принципите на абластичност и радикалност при планирането и осъществяването си, а реконструктивният подход беше диференциран по следния начин:

1. Микросъдови реконструкции се осъществиха при:

- доброкачествена хистологична характеристика на патологичния процес,
- злокачествени процеси с централна челюстна локализация или налагащи тотално или субтотално отстраняване на челюстни кости

- вторични дефекти след обширни костни резекции

2. Регионални аксиални реконструкции се осъществиха при:

- IV стадии латерализирани малигнени процеси на челюстните кости, с високорискова биологична прогноза, но същевременно недостигащи до срединната линия на долната челюст или темпоро-мандибуларната става.

- При пациенти с история за високопотентна остеомодулираща терапия (интравенозни бисфосфонати или RANK-L медикаменти), както поради дългосрочната остеогенна активност на медикаментите, така и поради обичайното наличие на генерализирана метастатична болест

- В случаи на „спасителна“ реконструкция, след загуба на микросъдово ламбо

- При отказ на пациента за микросъдова реконструкция на дефекта.

Лицево-челюстна резекция с едномоментна микросъдова реконструкция

Микросъдовите реконструктивни операции в областта на главата и шията са може би най-трудоемките оперативни интервенции, които лицево-челюстните хирурзи извършват. При едномоментните реконструкции на онкологични дефекти например, цялостната хирургична интервенция включва няколко отделни самостоятелни операции и отнема операционно време средно между 8–16 часа. Различните оперативни интервенции, които включва подобна операция, са:

– трахеотомия в случаи на потенциална възможност за обструкция на горните дихателни пътища от реконструктивните тъкани;

– едностранна или двустранна шийна дисекция за контрол на разпространението на злокачествения процес и за подготовка на реципиентните съдове за микросъдовата анастомоза;

– резекция на туморния процес с триизмерен борд от клинично здрави тъкани, в съответствие с туморната биология. При използване на виртуално планиране – приложение на 3Д принтирани резекционни хирургични водачи за точен пренос на виртуалния план в реалната операция, както и за точно позициониране на отворите за фиксация на 3Д принтирания пациент-специфичен имплант към реципиентната кост;

– оформяне на микросъдовото ламбо, което би могло да бъде костно (осално), костно-мускулно (миоосално), костно-мускулно-кожно (остеомиокутанно), кожно-мускулно (миокутанно), кожно-фасциално (фасцио-кутанно), само мускулно (миогенно) и т.н. В областта на крайниците ламбото се оформя и отделя под първоначален турникетен контрол, чието налягане е със 100 мм живачен стълб над систолното налягане, или средно – 220–250 mm/Hg за 60–90 мин.;

– при костни ламба – остеотомия на сегментите и адаптация към реконструктивния титанов имплант. При случаите на виртуално планирани операции остеотомията на ламбото се осъществява с помощта на 3Д принтираните реконструктивни водачи, чрез които се оформят и отворите за винтовете на пациент-специфичния имплант в реконструктивните костни фрагменти;

– откриване на съдовото краче (микровакуларния педикул), храняващо ламбото и проследяване проксимално, до мястото на отделяне, с оглед осигуряване на

адекватна дължина на съдовете за микросъдовата анастомоза. Последното би могло да се осъществи и под оптично увеличение, най-често с помощта на увеличителни очила;

- включване на оперативния микроскоп в хирургичната интервенция за финална подготовка на реципиентните съдове в областта на шията – осигуряване на артериален съд с достатъчен дебит, набавяне на необходимата му дължина чрез проксимална дисекция, изолиране на съда, стрипинг на адвентицията и оформяне на сечението; осигуряване по възможност на два венозни съда с добри дрениращи възможности, за предпочитане – директни клонове на вътрешната югуларна вена или по преценка – външната югуларна вена и по-рядко – предната югуларна вена. При липса на адекватни венозни разклонения – подготовка на вътрешната югуларна вена за анастомоза край в стена (end-to-side), или избор на друг отдалечен съд в ипсилатералната страна или контралатерален венозен съд, вкл. с приложение на графт-техника при необходимост;

- клипсиране и проксимално лигиране на микроваскуларния педикул на ламбото, отделяне от донорната зона и трансфериране в областта на шията. Засичане на „исхемичното време“ на ламбото с целеви граници за възстановяване на артериалното му кръвообращение до 60 минути;

- антитромботична съдова иригация на ламбото с хепаринизиран физиологичен разтвор – 1000 UI/100 ml 0,9% NaCl;

- при костни ламба – първоначално фиксиране на костните фрагменти към реципиентната костна зона и ориентиране на съдовото краче спрямо това, с оглед избягване на значима тракция и микросъдова травма впоследствие;

- микросъдови анастомози под микроскопско увеличение (фиг. 4) – артериална и венозна част. Верификация на перфузията на ламбото и възстановяване на виталността му;
- щателен оглед, хемостаза и възстановяване на тъканите в донорната зона. Аспирационен дренаж и асептична превръзка/бандаж в областта на крайниците;
- финално позициониране на мекотъкания и фиксиране на костния компонент на ламбото за възстановяване на лицево-челюстния дефект;
- проверка на микросъдовата анастомоза под микроскопски контрол;
- аспирационни дренажи и възстановяване на тъканите на шията.



Фиг. 4. Микросъдово анастомозиране под микроскопско увеличение

В нашата практика основната част от лицево-челюстните резекции и микросъдовите реконструкции се осъществяват в едно оперативно време, при участието на минимум два хирургични екипа – резекционен и реконструктивен, всеки състоящ се от оператор с двама асистенти; два анестезиологични екипа, състоящи се от анестезиолог и анестезиологична сестра; три операционни сестри – една участваща в резекционния екип, втора в състава на реконструктивния екип по време на оформяне и повдигане на микросъдовото ламбо и трета хирургична сестра,

участваща в екипа по време на трансфера на ламбото, микросъдовите анастомози и възстановяването на лицевия дефект, докато другият екип възстановява донорната зона.

В екипите участват и минимум двама операционни санитарни, което налага броят на участниците в една едномоментна микросъдова операция да е минимум 15 (фиг. 5).



Фиг. 5. Хирургични екипи по време на мултиекипна работа

Подготовка на операционната зала за едномоментна микросъдова реконструкция

За да стартира една микросъдова оперативна интервенция, операционната зала се подготвя съответно с принципите на антисептиката, с помощта на съответните дезинфекционни разтвори, вкл. с помощта и на бактерицидни лампи от предходния ден. Микросъдовата реконструкция е винаги единствена операция за деня в съответната операционна зала. Сутринта, в съответния ден, преди началото на оперативната интервенция чрез асептичен подход и техника операционните сестри, отговорни за съответните етапи на операцията, с помощта на операционните санитарни, разполагат на инструменталните маси хирургичните сетове за резекционната и реконструктивната част на операцията. Същевременно е необходимо разполагането и на два независими един от друг електрически остеотомни апарата, отделно или в комбинация с два броя роторни микромоторни дрил-

апарати. Необходимо е разполагането и на крайници за електрохирургия и на двете хирургични позиции, както и на два стандартни остеосинтезни сета, заедно със съответния прилежащ инструментариум към тях, готови за етапа на остеотомиране и фиксиране на костните фрагменти.

За етапа на микросъдовото анастомозиране към операционната маса се придвижват и разполагат и операционният микроскоп за реконструктивна хирургия (с две работни позиции – диплоскоп), както и сет с микросъдови клампи и съответен микрохирургичен инструментариум (фиг. 6).

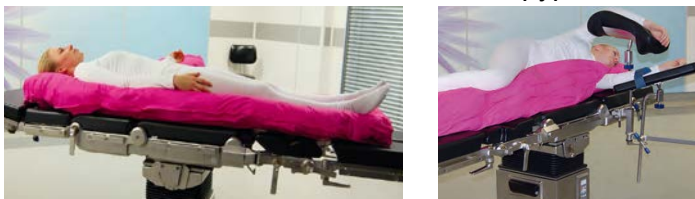


Фиг. 6. Хирургична сестра, разполагаща инструментални сетове, вкл. с остеосинтезен и микросъдов инструментариум

Самият пациент се позиционира в съответно положение (най-често по гръб) на операционната маса, като под тялото се поставят гел-подложки за контрол на зоните на повишен тъканен натиск или позициониращ вакуумен антидекубитален матрак (фиг. 7), а под главата гел-ринг. Позициониращият матрак ни помага както за контрол на зоните на натиск по време на продължителната интервенция, така и за фиксиране на позицията на тялото (особено при преминаване от гръбно в латерално положение), позицията на долния крайник в случай на фибуларни микросъдови ламба и т.н. Под или над тялото се поставя и терморегулируема загряваща подложка за контрол на телесната температура и превенция на хипотермия.

Основно и допълнително операционно осветление се разполага така, че да осветява едновременно лицево-челюстния и донорния участъци с достатъчна яркост.

Анестезиологичният апарат, с помощта на удължителни въздуховоди, се позиционира надолу и встрани от долните крайници с оглед разделяне и свобода на действие както на анестезиологичните, така и на хирургичните екипи.



Фиг. 7. Антидекубитален позициониращ матрак Vacuform®

*Оперативни екипи **

Микросъдовите реконструктивни операции извършваме с помощта на два операционни екипа в едно и също оперативно време, които се разделят на:

➤ Резекционен екип – отговарящ за осъществяването на дисекцията и резекцията на тъканите в областта на главата и шията, вкл. подготвящ реципиентното костно и мекотъканно ложе, както и първоначалната подготовка на реципиентните съдови структури.

➤ Реконструктивен екип – отговарящ за оформянето на микросъдовото ламбо от донорния участък, трансфера и микросъдовото анастомозиране, както и за реконструкцията на лицево-челюстния дефект.

* Всички резекционни екипи в описаните двуекипни операции са ръководени от д-р Светослав Славков, дм. Анестезиологичните екипи са ръководени от д-р Сийка Папазова, д-р Силузита Дончева, д-р Мария Митева и д-р Красимир Бинев. На всички тях, както и на целия голям екип от лекари, сестри, санитарни и технически сътрудници на СБАЛ по ЛЧХ, София, и на Отделението по ЛЧХ и Клиниката по неврохирургия на УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“, участвали в операциите, както и в пре- и пост-оперативните грижи за пациентите, изказваме огромна благодарност.

Резекционният оперативен екип е подреден по следния начин: хирургът оператор е от страната на патологичния процес в лицево-челюстната област на пациента. Първият асистент е срещуположен на него, а вторият – краниално на главата.

Реконструктивният оперативен екип е подреден по следния начин: хирургът оператор е от същата страна на донорната зона, заедно с първия асистент. Първият асистент е обикновено краниално на оператора и в по-редки случаи каудално, а вторият асистент – в случаи на ламба от торса и долните крайници – е разположен по-често контралатерално и по-рядко унилатерално, а при работа в областта на горните крайници – унилатерално.

В момента на трансфера на реконструктивните тъкани и микросъдовите анастомози в областта на главата и шията реконструктивният екип се позиционира в горната част на тялото на пациента, като операторът и оперативният визьор на микроскопа са от страната на микросъдовата анастомоза, а първият асистент и асистентският визьор са контралатерално. Вторият реконструктивен асистент се разполага откъм краниалната част на главата.

Операционните сестри заедно с инструменталните маси се позиционират съответно:

В горната половина на тялото на пациента за резекционния екип – по правило сестрата се разполага срещу оператора и каудално на първия асистент. Тя позиционира магнитна или силиконова инструментна подложка върху гръдния кош на пациента след въвеждането му в анестезия и завършване на антисептичната подготовка на оперативното поле и използва тази зона за подаване на работните инструменти. При използване на „високи“ едномоментни микросъдови ламба (радиални или абдоминални), контралатерални на страната на резекцията, сестрата, участваща в резекционния екип, се позиционира от каудал-

ната страна на оператора или в друга позиция, определена от него, без да навлиза в полето на реконструктивния екип.

Хирургичната сестра, участваща в реконструктивния екип, се разполага между хирурга и първия асистент, когато вторият асистент е разположен контралатерално, или между първия и втория асистент, когато целият хирургичен екип е позициониран унилатерално.

Ръководителите на резекционния и реконструктивния екипи могат да репозиционират хирургичните сестри и асистентите по всяко време, с оглед постигане на оптимално удобство и сигурност на работата.

Лицево-челюстна резекция с едномоментна регионална аксиална реконструкция

В случаите на резекции с регионални артериализирани реконструкции цялата оперативна интервенция се поема от един хирургичен екип, състоящ се от оператор с поне двама асистенти, една до две операционни сестри и един до двама операционни санитарни. В зависимост от продължителността на конкретната операция участват и един до два анестезиологични екипи. Организацията на операцията следва голяма част от стъпките, описани в предходната точка, като поради факта, че анатомичните области на тъканна дисекция, резекция и реконструкция са гранични (глава, шия, вентрална или дорзална зона на гръдния кош и т.н), хирургичният екип работи в цялото широко оперативно поле.

При тези хирургични интервенции не се използват техниките на микроскопско асистираните микросъдови анастомози, но откриването, проследяването и предпазването на съдовото краче (понякога под оптично увеличение с помощта на увеличителни хирургични очила) на реконструктивното ламбо е от съществено значение за успеха на възстановяването.

Особеност при операциите, включващи дорзалните анатомични области – зона на *m. latissimus dorsi*, скапуларни и параскапуларни зони и т.н., е условието, че пациентът най-често трябва да бъде позициониран от гръбно в латерално положение след завършване на резекцията и шийната дисекция (вж. фиг. 7) и след оформяне, преместване на ламбото и възстановяване на донорната зона – репозициониран отново в гръбно положение за възстановяване на лицево-челюстния дефект.

Следоперативен период

В следоперативния период както на микросъдовите, така и на регионалните реконструкции се осъществява активно наблюдение на виталните показатели на пациента, на клинично-лабораторните му показатели, на водно-електролитния баланс, на хранителния статус (подкрепян често с помощта на назогастрално хранене с ултратънки сонди и ентерална помпа), на общия му статус, както и на локалния статус на оперативните рани, дренажите и с особено внимание – на реконструктивните тъкани.

Последните се мониторираат както чрез визуална и палпаторна оценка (табл. 1 и фиг. 8), така и чрез доплер ултразвукова оценка на кръвоснабдяването (вж. фиг. 2).

Табл. 1. Визуална и палпаторна оценка на ламбото

Наблюдение на ламбото	Нормален изглед	Артериална недостатъчност	Венозна недостатъчност
Цвят на кожата	Нормален	Блед	Лилав или петнист
Консистенция	Мека	Отпуснати тъкани	Напрегнати тъкани
Температура	Топли тъкани	Студени тъкани	Студени тъкани
Капилярен рефил	2–3 секунди	Липсващ или забавен (>6 сек.)	Ускорен (<3 сек.)



Фиг. 8. Скала за оценка и запис на цвета на реконструктивната кожа (по Low, 2017)

2.6. Статистически методи*

- *Описателна (дескриптивна)* статистика – обобщена статистика на колекцията от събрана информация.

- *Дескриптивен анализ* – в табличен вид е представено честотното разпределение на разглежданите признаци, разделени по групи на изследване.

- *Вариационен анализ* – изчисляване на оценките на централната тенденция и разсейване при пациенти с реконструктивни операции.

- *Графичен анализ* – за визуализация на получените резултати.

- *Mann–Whitney test* – непараметричен тест за установяване на междугрупови статистически значими разлики, при приложение на реконструктивни импланти.

- *Тест χ^2* и екзактен тест на Фишер – за проверка и анализ относно наличие на връзка между категорийни променливи свързани с реконструктивните импланти.

- *Two-way ANOVA* – определящ два фактора, който имат влияние върху отговора. За получаване на отговор за три различни фактора при сравнение по пол.

* Статистическата обработка на данните е осъществена с помощта на гл.ас. д-р инж. Кръстин Йорданов, Технически университет – Варна.

- *Wilcoxon matched pairs test* – непараметричен тест за установяване на вътрегрупови статистически значими разлики, между различните типове реконструктивни операции.

- *Бинарен логистичен регресионен анализ* – за количествена оценка на изследваните фактори, въведени в групите на статистическите методи.

- *Честотен анализ* – характеризира разпределението на възможните състояния при непараметричните типове на стандартни импланти и пациент-специфични импланти.

Данните са обработени с помощта на програмните пакети *Statistica ver. 14.0 (2020)*, *GraphPad Prism ver. 9.0 (2020)*, *SPSS ver. 24 (2021)* и *Microsoft Excel 2019*.

Приложен е статистическият софтуерен пакет *SPSS 20.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM CORP)* и е използван за обработването на данните за доказване на тяхната достоверност.

РЕЗУЛТАТИ

За постигане на целта на настоящия научен труд и за изпълнение на поставените задачи, след анализ на използваните методи бяха получени следните резултати, демонстриращи конкретните подходи за виртуално 3Д планиране, моделиране и принтиране, както и за клиничното им приложение при комплексни случаи на резекции и реконструкции в лицево-челюстната област.

Данните от резултатите за включените в настоящото научно проучване пациенти, разпределени в две групи (вж. *Материал и методи*), представени в графичен и табличен вид с подробен разяснителен текст, са следните:

I ГРУПА ПАЦИЕНТИ

Пациентите, при които по описаната по-горе методика бяха произведени 3Д модели на лицево-челюстния скелет с оглед физическа предоперативна ориентация и оформяне на стандартните титанови пластини в индивидуализиран имплант спрямо модела, са представени на табл. 2.

Табл. 2. I група пациенти

Пациент	Възраст (г.)	Пол	Диагноза	Операция/ Дата	Тип на модела	Цел на модела
1 СА	44	Ж	Fibroma ossificans maxillae sin.	Resectio maxillae sin. typus IIa et reconstr. microvascularis ex reg. crista iliaca dex. 05/2016	Модел на цял череп с изобразена костна патология	- Визуализация - Планиране на резекцията - Огъване на реконстр. пластина
2 ГА	36	Ж	Ameloblastoma recidiva mand. dex.	Resectio mand. dex. typus I et reconstr. microvascularis ex reg. fibularis dex. 11/2016	Модел на реконструирана долна челюст с огледален образ	- Визуализиране на оптимален долночелюстен контур - Планиране на резекцията - Огъване на пластина
3 МД	52	М	Ca spinocell. maxillae dex.	Resectio max. dex. typus IIIa et reconstr. microvascularis ex reg. rectus abdominis sin. 12/2016	Модел на цял череп с изобразена костна патология	- Визуализация - Планиране на резекцията - Моделиране на имплант за под на орбита

4 СБ	61	Ж	Adeno Ca maxillae dex.	Resectio max.dex. typus II et reconstr. microvascularis ex reg. rectus abd. sin. et axialis ex reg. latissimus dorsi dex. 12/2017	Модел на цял череп с изобразена костна патология	- Визуализация - Планиране на резекцията - Моделиране на имплант за под на орбита и контурни минипластини
5 ДГ	67	М	Ca spinocell. mand. et buccae dex.	Resectio mand. et buccae dex. typus II et reconstr. axialis ex reg. deltopectoralis dex. 05/2018	Модел на мандибула с реален образ	- Визуализация - Планиране на резекцията - Огъване на реконстр. пластина
6 КА	62	М	Ca spinocell. linguae, fundi cavi oris et oropharyngis dex.	Osteotomia mand. cont. reg. mentalis. Resectio Ca et reconstr. microvascularis. ex reg. radialis sin. 06/2018	Модел на мандибула с реален образ	- Планиране на достъп през ментума към дорзолатер. част на устната кухина. - Огъване на минипластини
7 НЧ	53	Ж	Ca spinocell. mand. dex.	Resectio mand. dex. typus II et reconstr. axialis ex reg. pectoralis major dex. 11/2018	Модел на реконстр. мандибула с огледален образ	- Визуализиране на оптимален долночелюстен контур - Планиране на резекцията - Огъване на пластина
8 ДИ	63.	Ж	Ca spinocell. mand. dex. recidiva	Resectio mand. dex. typus II et reconstr. axialis ex reg. pectoralis major dex. 01/2019	Модел на реконстр. мандибула с огледален образ	- Визуализиране на оптимален долночелюстен контур - Планиране на резекцията - Огъване на пластина
9 ЕИ	50.	Ж	Ca spinocell. mand. oropharyngis et radialis ling. dex.	Resectio mand. dex. typus II et reconstructio axialis ex reg. pectoralis major dex. 02/2019	Модел на реконстр. мандибула с огледален образ	- Визуализиране на оптимален долночелюстен контур - Планиране на резекцията - Огъване на пластина
10 ПП	72	М	Osteonecrosis medicamentosa mand. sin.	Resectio mand. sin. typus I et reconstructio axialis ex reg. buccae et SCM sin. 02/2019	Модел на мандибула с изобразена костна патология	- Визуализация - Планиране на резекцията - Огъване на реконстр. пластина
11 АИ	70	М	Osteonecrosis medicamentosa mand. sin.	Resectio et mand. sin. typus II reconstructio axialis ex reg. buccae et m. plat. sin. 05/2019	Модел на мандибула с изобразена костна патология	- Визуализация - Планиране на резекцията - Огъване на реконстр. пластина
12 ММ	54	М	Ca spinocell. mand. dex.	Resectio mand. dex. typus I et reconstructio axialis ex reg. SCM dex. 09/2019	Модел на мандибула с реален образ	- Визуализиране на оптимален долночелюстен контур - Планиране на резекцията - Огъване на пластина

1. Пациент СА, на 44 г., от гр. София – с асиметрия на среден лицев етаж, дължаща се на подутина в лявата максиларна област (фиг. 9), хистологично верифицирана като осифициращ фибром. Въз основа на КТ изследването по описания по-горе протокол бе произведен 3Д модел на черепа, изобразяващ и съответната костна лезия. Освен за планиране, по него бе оформена предоперативно и реконструктивна пластина (фиг. 10).

Интраоперативно – с описания по-горе метод на едномоментния двуекипен подход при микросъдови реконструкции бе осъществена IIa тип резекция на максилата вляво (по Brown, 2000), посредством модифициран Weber-Fergusson достъп (фиг. 11).

В същото оперативно време реконструктивният екип оформи микросъдово илиачно ламбо, базирано на *a./v.circumflexa ilium profunda dex.* (фиг. 12), и го трансферира, анастомозира и разположи за възстановяване на максиларния дефект (фиг. 13).

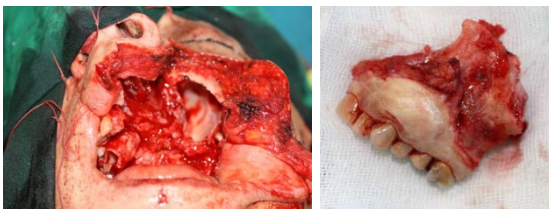
Постоперативно се наблюдава траен резултат на цялостното възстановяване на горната челюст, на интраоралното покритие и хармоничния контур на средния лицев етаж (фиг. 14).



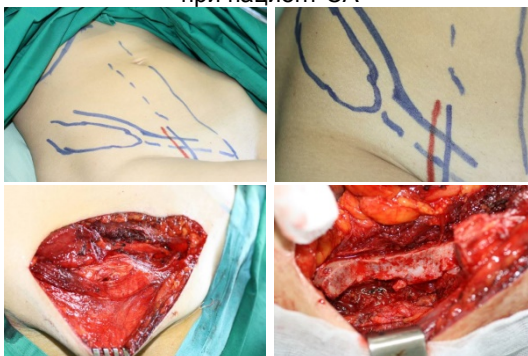
Фиг. 9. Предоперативен лицев изглед – фас и интраорален изглед



Фиг. 10. 3Д модел на цял череп на пациент СА и моделирана по него пластина



Фиг. 11. Достъп, клас IIa максиларен дефект и оперативен препарат при пациент СА



Фиг. 12. Микросъдово ламбо, базирано на *a. circumflexa ilium profunda dex.*



Фиг. 13. Интраоперативен изглед след разполагане на ламбото и в края на операцията





Фиг. 14. Лицев изглед – фас, профил и интраорален изглед – 36 месеца постоперативно

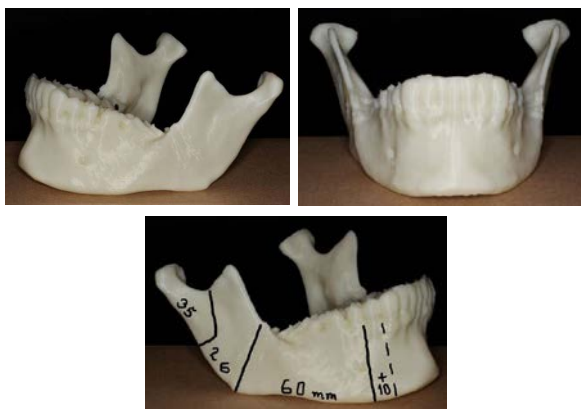
2. Пациент ГА, на 36 г., от с. Драганово, общ. Бургас – с лицева асиметрия, дължаща се на подутина на дясната половина на долната челюст (фиг. 15), хистологично верифицирана като амелобластом. В анамнезата и придружаващата документация бе налична информация за операция на долната челюст вдясно, десет години по-рано, с хистологична диагноза амелобластом, при която е била осъществена резекция и неваскуларизирана блок-графт пластика с кост от *crista iliaca*.



Фиг. 15. Предоперативен лицев изглед – фас, $\frac{3}{4}$ профил, каудален и интраорален изглед

Предоперативно бе произведен 3Д модел на долната челюст, който поради мултикистичния строеж на тумора и

засягането на голяма част от височината на тялото на челюстта вдясно, водещи до значим дефект в образа на дигиталния модел, бе изработен като реконструиран модел, по огледалния образ на лявата половина на челюстта. Това позволи да бъдат измерени и дължините на съответните сегменти, които ще бъдат засегнати по време на операцията, и да бъде по-прецизно планирана реконструктивната интервенция (фиг. 16).

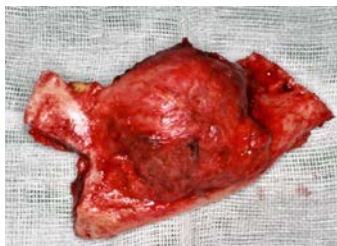
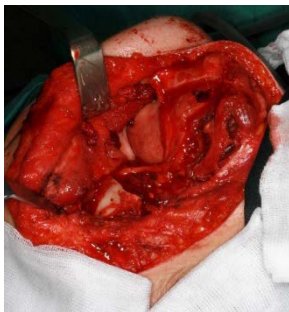


Фиг. 16. 3Д модел на долна челюст на пациент ГА, с реконструирана дясна половина по огледален образ и маркирана дължина на сегментите

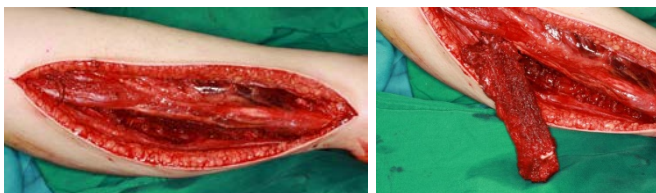
Интраоперативно бе осъществена I тип резекция на мандибулата вдясно (по Brown, 2016), посредством субмандибуларен достъп (фиг. 17).

В същото оперативно време реконструктивният екип оформи микросъдово фибуларно ламбо, базирано на a./v. peronea dex. (фиг. 18, 19) и го трансферира, анастомозира и разположи за възстановяване на мандибуларния дефект (фиг. 20).

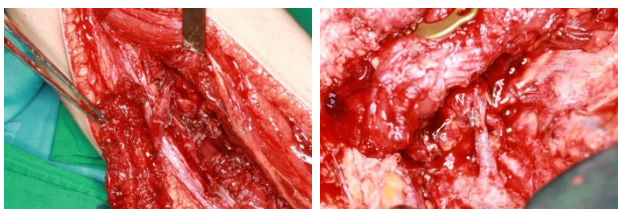
Постоперативният резултат е представен на фигура 21.



Фиг. 17. Достъп, клас I мандибуларен дефект и оперативен препарат при пациент СА



Фиг. 18. Достъп и остеотомия на фибуларното микросъдово ламбо



Фиг. 19. Дисециране на а./v. регонеа и микросъдова анастомоза в областта на шията



Фиг. 20. Разполагане на фибуларното ламбо в областта на долната челюст



Фиг. 21. Резултат 1 година след операцията – фас, $\frac{3}{4}$ профил, каудален и интраорален изглед

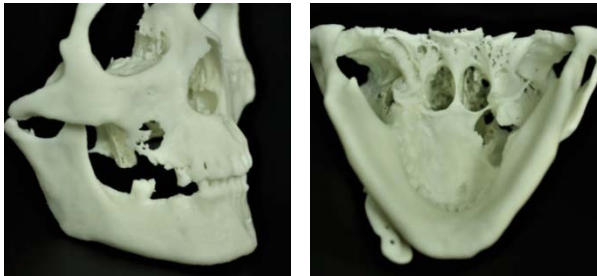
3. Пациент МД, 52 г., от гр. София – с авансирал плоскоклетъчен карцином на дясна максила, с екстериоризация към меките тъкани и кожата на бузата, и ангажиращ пода на орбитата, алвеоларния гребен и дясната латерална носна стена (фиг. 22).





Фиг. 22. Предоперативен изглед – фас, профил и интраорална изява

Произведен бе модел с частично реконструирани десни максиларна и орбитална стени за планиране на резекцията и адаптация на орбитален имплант за възстановяване на долната част на медиалната орбитална стена (фиг. 23).



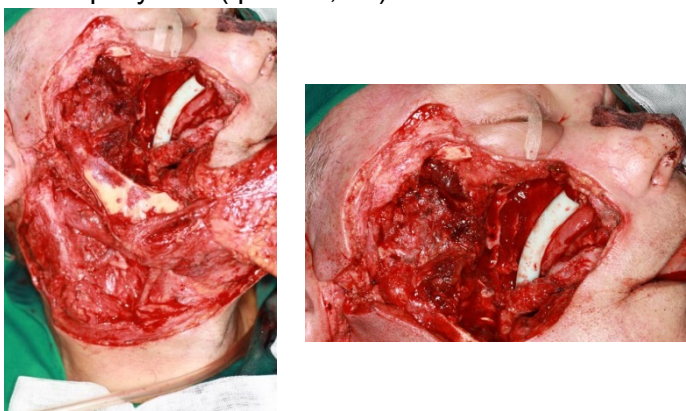
Фиг. 23. 3Д модел при пациент МД

Интраоперативно бе осъществена шийна дисекция, последвана от IIIa тип резекция на максилата (по Brown) вдясно, в блок с дясната букална и зигоматична области, дясната половина на носната кухина, вкл. с носния септум, дясната етмоидална област и *proc. coronoideus* на мандибулата, с прилежащата към него част на *m. temporalis* и съседните инфратемпорална и птеригоидна области (фиг. 24).

В същото оперативно време реконструктивният екип повдигна микроваскуларно миокутанно ламбо от зоната на *m. rectus abdominis*, базирано на *a./v. epigastrica prof. inf. sin.* и след като оформи в него зони за реконструиране на

екстра- и интраоралния компонент на лицевия дефект (фиг. 25), го трансферира, анастомозира в областта на шийните реципиентни съдове и разположи за едновременно възстановяване на обширната тъканна загуба (фиг. 26). По време на отстраняването на етмоидалната зона и работата в областта на базата на черепа резекционният екип установи наличието на ликворея, която бе успешно контролирана с помощта на костен восък, фасция от предната коремна стена и мускулна облитерация на зоната, с правия коремен мускул от композитното микросъдово ламбо.

Постоперативно се установи добра микросъдова перфузия на тъканите и стабилен във времето реконструктивен резултат (фиг. 27, 28).



Фиг. 24. Интраоперативно състояние след резекция на тумора



Фиг. 25. Маркиране на донорната зона в областта на предната коремна стена, оформяне на микросъдовото ламбо и отбелязване на частите за реконструкция на бузата, на небцето и зоната за деепителизация (в щрих)



Фиг. 26. Изглед на реконструкцията в края на операцията – профил и интраорален изглед



Фиг. 27. Резултат 7 дни след операцията



Фиг. 28. Резултат 18 мес. след операцията и 15 мес. след химио/лъчелечение

4. *Пациент СБ*, на 61 г., от гр. София – с лицева асиметрия, дължаща се на подутина на дясната половина на горната челюст, с ангажиране на букалните меки тъкани, ипсилатерална орбитална дистопия и ангажиране на носа и твърдото небце (фиг. 29), хистологично верифицирана като синусен аденокарцином. В анамнезата и придружаващата документация се съобщаваше за проведена дефинитивна лъчетерапия 18 мес. преди това, по повод аденокарцином на горната челюст вдясно.

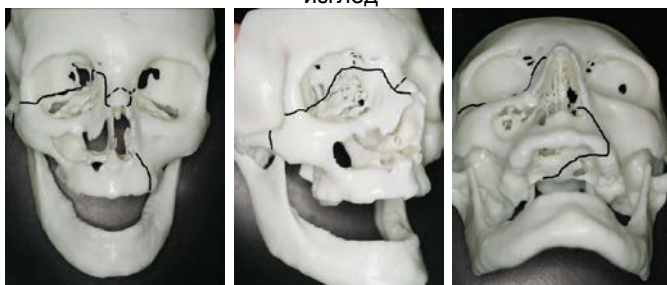
Предоперативно бе произведен 3Д модел на черепа на пациента (фиг. 30) за планиране на резекцията и моделиране на имплант за пода на орбитата, както и адаптиране на контурни минипластики за поддържане на зигоматикомаксиларния комплекс и носния профил, след отстраняване на скелета им.

Интраоперативно бе осъществена шийна дисекция, последвана от IIIb тип резекция на мандибулата вдясно (по Brown), в блок с дясната букална и зигоматична области, пода на орбитата, носната кухина, етмоидалния синус, *proc. sphenoidalis* на мандибулата, с прилежащата към него част на *m. temporalis* и съседните инфратемпорална и птеригоидна области (фиг. 31).

В същото оперативно време реконструктивният екип започна оформяне на микросъдово предно-латерално бедрено ламбо (ALT), базирано на *r. descendens, a. circumflexa femoris sin.* (фиг. 32), при което се оказва, че не са налице пълноценни перфоратори към кожата за захранване на планирания голям мекотъканен обем. В този момент бе взето решение за възстановяване на този донорен достъп и преминаване към микросъдово ламбо от лявата страна на предната коремна стена (VRAM), базирано на *a./v. epigastrica prof. inf. sin.*, което бе осъществено успешно.



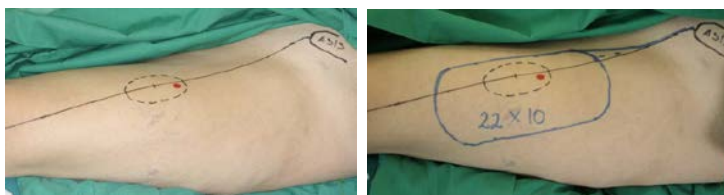
Фиг. 29. Предоперативен изглед – фас, ¾ профил и интраорален изглед



Фиг. 30. Предоперативен 3Д модел с маркиране на резекцията при пациент СБ



Фиг. 31. Интраоперативна пострезекционна ситуация

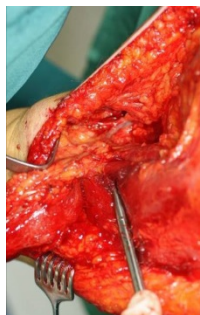
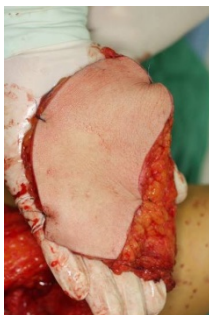


Фиг. 32. Планиране на ALT ламбо при пациент СБ

След спокоен ранен постоперативен период, придружен с положителна микроциркулация и състояние на реконструктивните тъкани, към 9-ия постоперативен ден бе установена инфекция на реципиентната област и мекотъканното свободно ламбо (фиг. 33-а), която въпреки проведената полиантибиотична терапия с микробиологична насоченост и антисептични грижи се задълбочи, и към 14-ия ден бе отчетена периферна хипотрофичност на ламбото и дехисценция на реконструктивните тъкани. Това доведе до решение за отстраняването им (фиг. 33-б) и за нова реконструктивна операция с помощта на миокутанно аксиално ламбо от зоната на *m. latissimus dorsi*, базирано на *a. thoracodorsalis* (фиг. 34).



Фиг. 33. а) Инфекция на реципиентната зона; б) Отстраняване на ламбото



Фиг. 34. Планиране, повдигане на кожно-мускулния компонент и дисециране на съдовото краче на миокутанното *latissimus dorsi* ламбо при пациент СБ

Последната операция бе осъществена успешно 16 дни след първата. Постоперативният резултат е представен на фигура 35.



Фиг. 35. Лицев и интраорален изглед 30 дни постоперативно

5. Пациент ДГ, на 67 г., от гр. Асеновград – с авансирал плоскоклетъчен карцином на мандибулата вдясно, с екстериоризация към меките тъкани и кожата на бузата (фиг. 36).

Произведеният 3Д модел бе използван за планиране на резекцията и за адаптиране на реконструктивната пластина (фиг. 37).

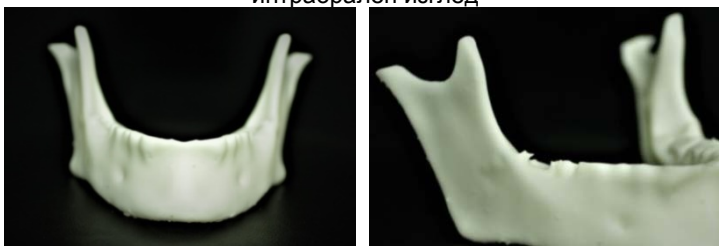
Интраоперативно бе осъществена шийна дисекция и II тип резекция на мандибулата вдясно (по Brown), в блок с дясната букална и перимандибуларна области (фиг. 38). Същият оперативен екип продължи с реконструктивната фаза на операцията, която включваше оформянето, транс-

ферирането и разполагането на дясно делтопекторално аксиално ламбо, базирано на a./v. thoracoacromialis dex., с два кожни острова за възстановяване на екстраоралната и интраоралната компонента на комплексния дефект (фиг. 39).

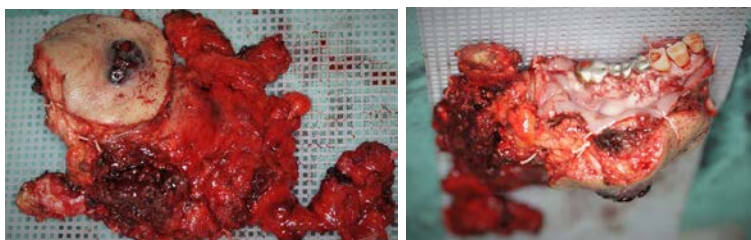
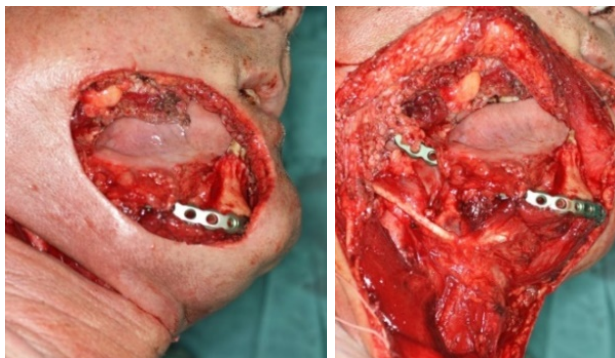
Постоперативният резултат е представен на фиг. 40.



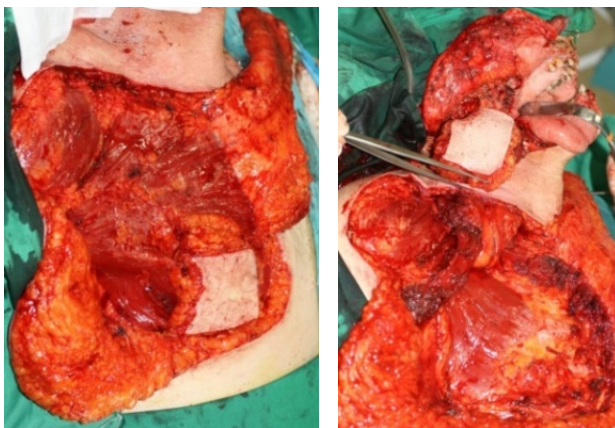
Фиг. 36. Предоперативен изглед – фас, $\frac{3}{4}$ профил, пълен профил и интраорален изглед



Фиг. 37. 3Д модел при пациент ДГ



Фиг. 38. Лицево-челюстен интраоперативен дефект и резекционен препарат



Фиг. 39. Оформяне на делтопекторалното ламбо



Фиг. 40. Лицев изглед 14 мес. постоперативно и 12 мес. след химио/лъчелечение – фас, $\frac{3}{4}$ профил, интраорално – вкл. дясна букална област и под на устната кухина

6. *Пациент КА*, на 62 г., от гр. София – с леко изразена шийна асиметрия вдясно и улцеро-инфилтративна лезия на корена на езика, пода на устната кухина и орофаринкса вдясно (фиг. 41), хистологично верифицирана като плоскоклетъчен карцином.

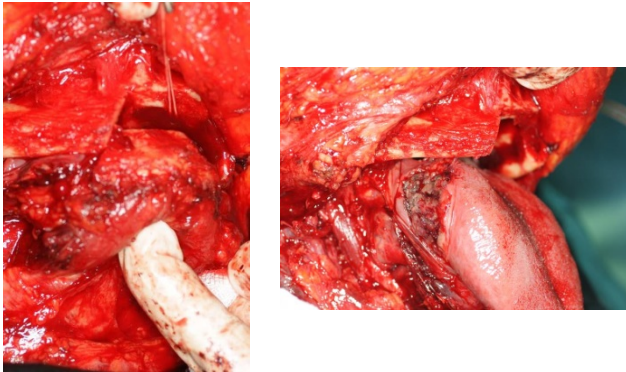
Предоперативно бе произведен мандибуларен 3Д модел с цел както да изобрази локалната костна анатомия в областта на дисталната част на тялото и ъгъла на долната челюст вдясно, така и анатомията в областта на ментума, поради планирането на иновативен достъп към корена на езика и орофаринкса през тази зона, със запазване на континуитета на челюстта (фиг. 41). По модела бяха оформени и 3 бр. минипластини за възстановяване на зоната на достъпа.



Фиг. 41. Предоперативен изглед – лицев и шиен фас, интраорален изглед, 3Д модел

Интраоперативно двуекипно бяха осъществени шийна дисекция и континуитетен достъп през ментума на долната челюст към дисталните отдели на устната кухина вдясно (фиг. 42), последвани от резекция на медиодисталните 2/3 на езика вдясно, в блок с прилежащите зони на пода на устната кухина и орофаринкса, и лингвалната половина на алвеоларната част на долната челюст, дистално от 46 зъб (остеотомирана чрез вертикален сплит).

В същото оперативно време реконструктивният екип оформи микросъдово радиално ламбо, базирано на *a. radialis sin.* и комуникантна кубитална вена между повърхностната и дълбоката венозна система на антебрахиума (фиг. 43), след което го трансферира, анастомозира и разположи за възстановяване на езика, пода на устната кухина, орофаринкса и мекотъканното покритие на алвеоларния гребен (фиг. 44 и 45).



Фиг. 42. Достъп през ментума за резекция на дистолатералната лезия на устната кухина



Фиг. 43. Оформяне и повдигане на радиалното ламбо, вкл. с кубиталната комуникантна вена



Фиг. 44. Първоначално разполагане на анастомозираното ламбо и окончателна позиция



Фиг. 45. Изглед 6 мес. постоперативно (4 мес. след химио/лъчетерапия) – интраорален изглед и донорна зона

7. Пациент НЧ, на 53 г., от с. Варвара, обл. Пазарджик – с лекостепенна асиметрия на дясната перимандибуларна област и мандибуларна улцеро-инфилтративна лезия на долната челюст вдясно (фиг. 46), хистологично верифицирана като плоскоклетъчен карцином.

Предоперативно бе произведен 3Д модел на долната челюст (фиг. 47) за планиране и моделиране на пластината.

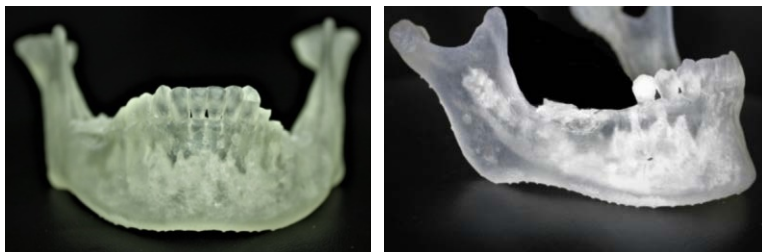
Интраоперативно бяха осъществени шийна дисекция и II тип резекция (по Brown) на мандибулата вдясно, след което същият екип оформи аксиално пекторално миокутанно ламбо, базирано на а. thoracoacromialis dex. След възстановяване на мандибуларния континуитет с помощта на предварително огъната и индивидуализирана

стандартна титанова реконструктивна пластина, ламбото бе трансформирано и разположено за възстановяване на мандибуларния дефект.

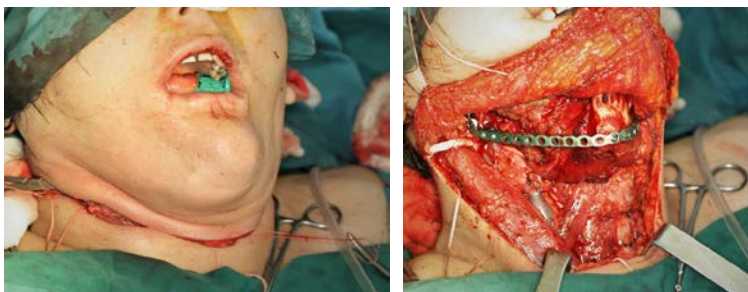
Интраоперативната ситуация, както и постоперативният резултат са представени на фиг. 48 и 49.

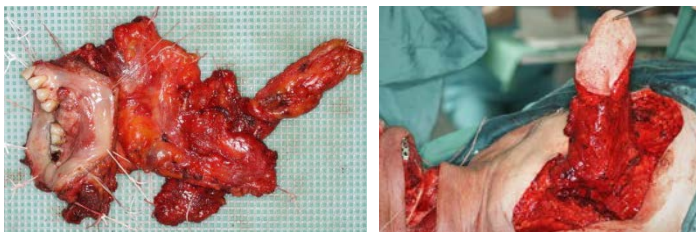


Фиг. 46. Предоперативен лицев изглед – фас и интраорален изглед



Фиг. 47. 3Д модел, използван за ориентация, планиране и огъване на пластината





Фиг. 48. Резекционен достъп, оперативен препарат, разположен за акуратно хистологично изследване, повдигнато аксиално пекторално миокутанно ламбо



Фиг. 49. Изглед 3 месеца постоперативно

8. Пациент ДИ, на 63 г., от гр. София – с изразена лицева асиметрия, дължаща се на подутина на дясната букална област, както и обширна интраорална улцеро-инфилтративна лезия на долната челюст вдясно (фиг. 50), хистологично верифицирана като плоскоклетъчен карцином. В анамнезата и придружаващата документация се съобщаваше за дефинитивно лъчетерапевтично лечение, 5 г. по-рано, по повод лезия със същия хистологичен характер и анатомична локализация.

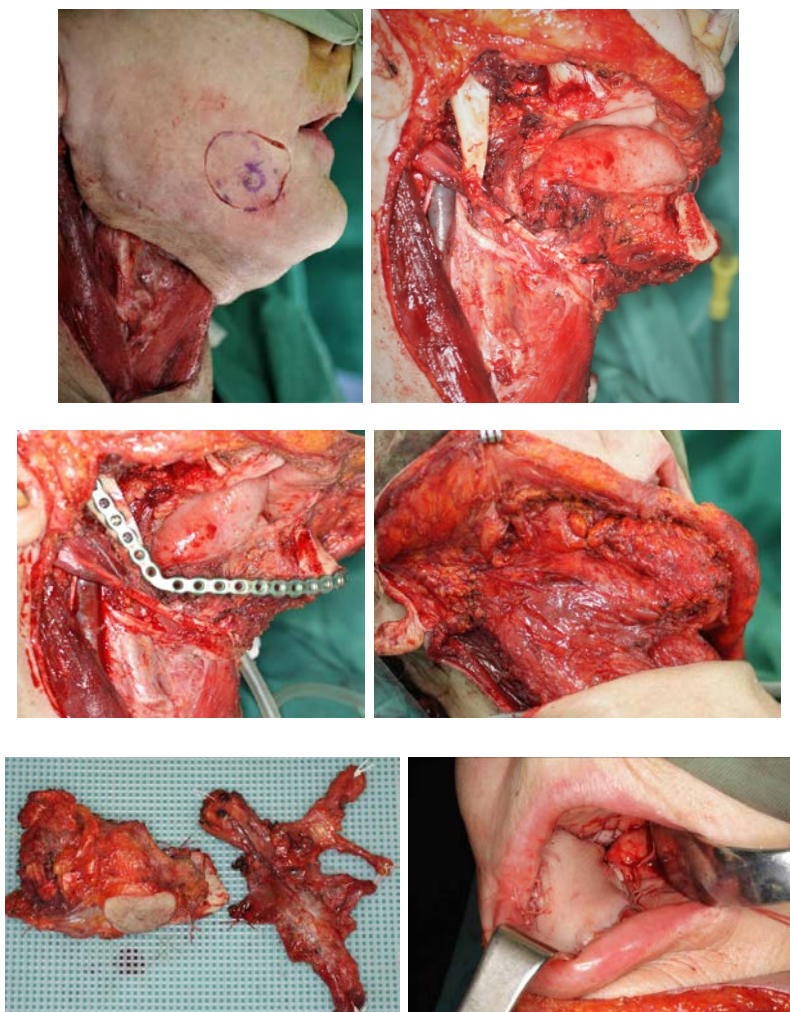
Предоперативно бе произведен 3Д модел на среден и долен лицев етаж с реконструиран по огледален метод образ на долната челюст, по който бе индивидуализирана стандартна реконструктивна титанова пластина (фиг. 50).



Фиг. 50. Предоперативен изглед – фас, каудо-краниален, интраорален изглед и 3Д модел

Интраоперативно бяха осъществени шийна дисекция и II тип резекция (по Brown) на мандибулата вдясно, в блок с прилежащите части на орофаринкса и пода на устната кухина, както и букална резекция, след което същият екип оформи аксиално пекторално миокутанно ламбо, базирано на *a. thoracoacromialis dex*. След възстановяване на мандибуларния континуитет с помощта на предварително огъната и индивидуализирана стандартна титанова реконструктивна пластина, ламбото бе трансферирано и разположено за възстановяване на мандибуларния дефект и посочените резецирани интраорални области (фиг. 51). Кожният букален дефект бе възстановен с локална пластика.

Постоперативният резултат е представен на фигура 52.



Фиг. 51. Оперативен изглед – достъп; състояние след шийна дисекция и разширена радикална мандибуларна резекция; фиксирани на мандибуларните фрагменти; покрита с пекторален мускул реконструктивна пластина; ориентиран за хистологично изследване оперативен препарат; разположено за интраорална реконструкция пекторално ламбо



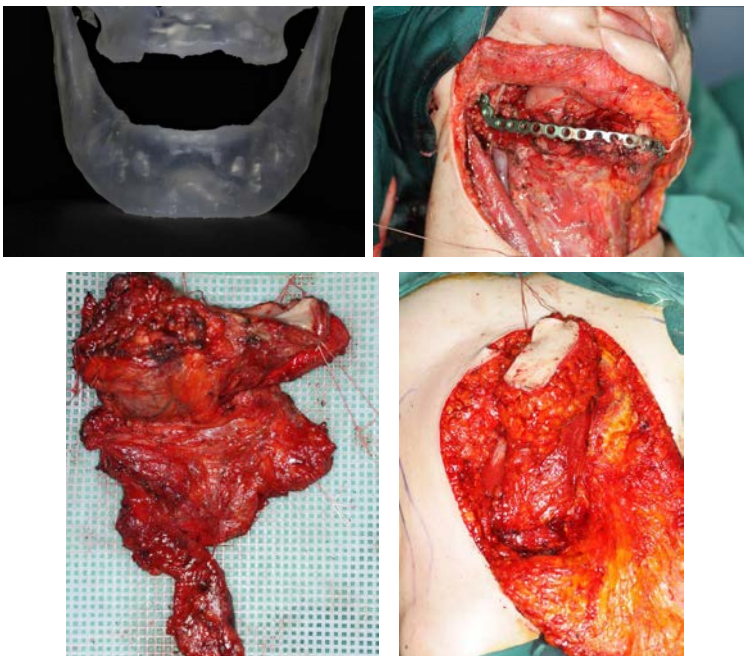
Фиг. 52. Постоперативен изглед – в края на 2-та седмица и на 6-ия месец

9. Пациент ЕИ, на 50 г., от гр. Тетевен – с изразена лицева асиметрия, дължаща се на подутина на дясната букална и перимандибуларна области, както и обширна интраорална улцеро-инфилтративна лезия на долната челюст, пода на устната кухина и орофаринкса вдясно (фиг. 53), хистологично верифицирана като плоскоклетъчен карцином.



Фиг. 53. Предоперативен изглед – фас и интраорален изглед

Предоперативно бе произведен 3Д модел на среден и долен лицев етаж с реконструиран по огледален метод образ на долната челюст, по който бе индивидуализирана и стандартна реконструктивна титанова пластина (фиг. 54).



Фиг. 54. 3Д модел и интраоперативна ситуация – резекция и пекторално ламбо

Интраоперативно бе осъществена блок шийна дисекция с II тип резекция по Brown на мандибулата вдясно, заедно с максиларния тубер, прилежащите части на орофаринкса, пода на устната кухина и бузата. В продължение същият екип оформи аксиално пекторално миокутанно ламбо, базирано на a. thoracoacromialis dex. След фиксиране на мандибуларните фрагменти с помощта на предварително индивидуализираната стандартна титанова реконструктивна пластина, ламбото бе трансферирано и разположено за възстановяване на мандибуларния дефект и посочените резецирани интраорални области (фиг. 55).



Фиг. 55. Постоперативен изглед – в края на 3-та седмица и на 3-тия месец след приключване на следоперативно химио/лъчелечение. Данни за мукозиране на ламбото

10. Пациент ПП, на 72 г., от гр. София – с лицева асиметрия поради подутина на лявата перимандибуларна област, придружена от персистиращо с месеци пурулентно възпаление на долната челюст вляво, придружено със силна болезненост, дължащи се на медикаментозно-асоциирана остеонекроза, обхващаща цялата височина на костта в областта на дисталната част на тялото и ъгъла на челюстта (фиг. 56).



Фиг. 56. Предоперативен изглед – фас и интраорален изглед

Предоперативно бе произведен 3Д модел на среден и долен лицев етаж с реален образ на костта поради възможността за проследяване на фин букален кортикален слой на тънкосрезната планираща КТ. По модела бе

индивидуализирана стандартна реконструктивна титанова пластина (фиг. 57).

Интраоперативно бе осъществена I тип резекция на мандибулата вляво (по Brown), посредством субмандибуларен достъп.

След фиксиране на мандибуларните фрагменти към предварително огънатата реконструктивна пластина, последната бе послойно покрита с разцепено обгръщащо ламбо от стерноклейдомастоидния мускул (m. SCM), ляво букално мастно тяло в пълен обем и пълноценен остатъчен обем на мандибуларната гингива (фиг. 57, 58 и 59).



Фиг. 57. 3Д модел с предоперативно индивидуализирана стандартна титанова реконструктивна пластина



Фиг. 58. Интраоперативно – фиксирана пластина, покрита с ламбо от m. SCM и авансирано мастно тяло



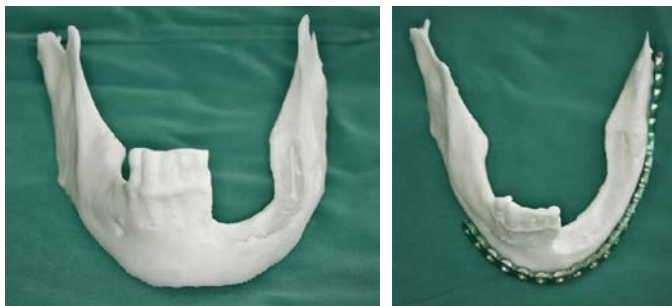
Фиг. 59. Изглед 4 седмици след операцията – фас и интраорален изглед

11. Пациент *АИ*, на 70 г., от с. Бисерци, обл. Разград – с лицева асиметрия поради подутина на лявата перимандибуларна област, придружена от персистиращо възпаление и силна болезненост на долната челюст вляво, дължащи се на медикаментозно-асоциирана остеонекроза, обхващаща лявата половина на тялото на челюстта и причиняваща патологична фрактура и секвестриране в дисталния участък (фиг. 60).

Предоперативно бе произведен 3Д модел на долната челюст, по който бе индивидуализирана стандартна реконструктивна титанова пластина (фиг. 61).



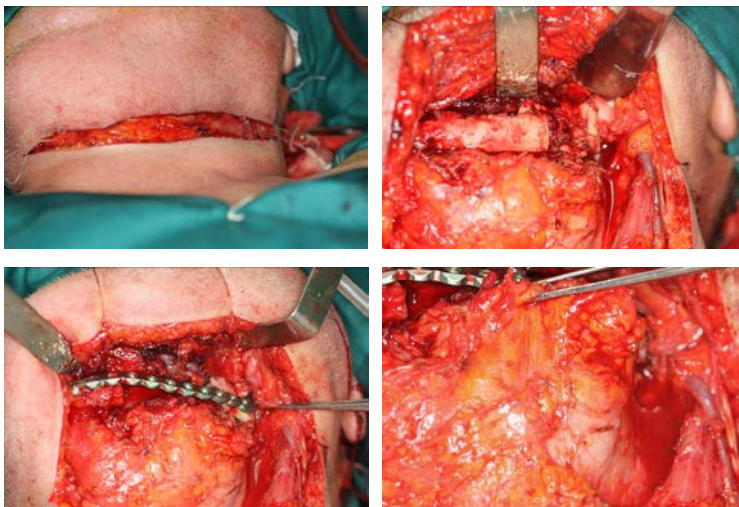
Фиг. 60. Предоперативен изглед – фас и интраорален изглед



Фиг. 61. 3Д модел с индивидуализирана по него реконструктивна пластина

Интраоперативно бе осъществена II тип резекция на мандибулата вляво (по Brown), посредством субмандибуларен достъп. След фиксиране на реконструктивната пластина последната бе покрита с платизмарно миоадипозно ламбо (фиг. 62).

Постоперативният резултат е изобразен на фигура 63.

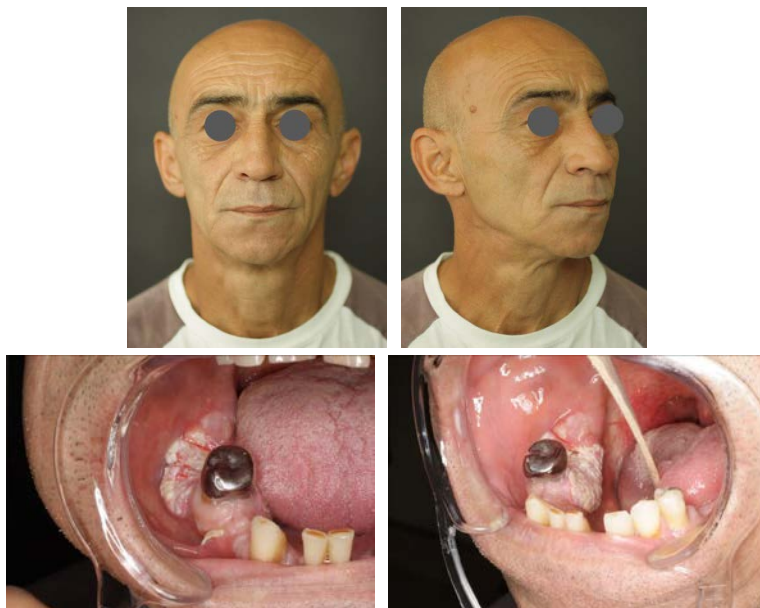


Фиг. 62. Интраоперативен изглед – достъп; патологична мандибуларна фрактура; резекция и фиксиране на пластината; платизмарно миоадипозно ламбо



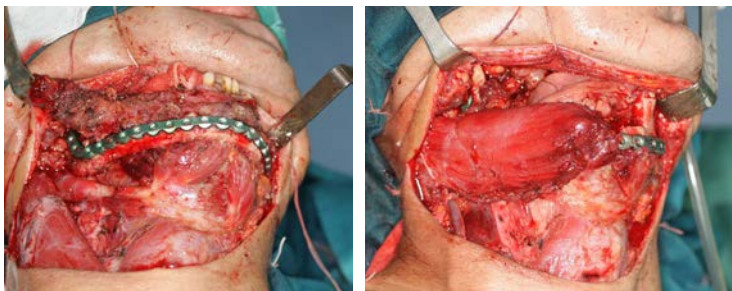
Фиг. 63. Изглед 2 месеца постоперативно – фас и интраорален изглед

12. *Пациент ММ*, на 54 г., от гр. Ловеч – със симетрични лицеви половици и с наличие на интраорална улцеро-инфилтративна лезия в дисталната част на долната челюст вдясно (фиг. 64), хистологично верифицирана като плоскоклетъчен карцином.



Фиг. 64. Предоперативен изглед – фас, $\frac{3}{4}$ профил, интраорален изглед

Интраоперативно бе осъществена шийна дисекция и резекция на тялото, ъгъла и предната част на клона на мандибулата вдясно, със запазване на 1 см. от основния ръб на челюстта, подсилен с предварително моделирана и индивидуализирана по 3Д модел стандартна титанова реконструктивна пластина (фиг. 65). Зоната на резекцията и пластината бяха покрити с пълнослойно аксиално мускулно ламбо от *m. sternocleidomastoideus* (SCM) dex. и локална интраорална мукозна пластика (фиг. 65 и 66).



Фиг. 65. Интраоперативен изглед – разполагане на пластината и аксиално SCM ламбо



Фиг. 66. Постоперативен изглед в края на 1-та година – фас и интраорален изглед

II ГРУПА ПАЦИЕНТИ

Във втората група бяха включени 10 пациенти, при които се осъществи цялостно виртуално планиране на пълната скелетната оперативна интервенция, вкл. със симулиране на костна микросъдова реконструкция и бяха произведени хирургични водачи, с оглед екзактен пренос на виртуалния план в реалната операция, както и производство на триизмерен пациент-специфичен имплант за поддържане на реконструктивните костни сегменти и възстановяване на правилния и хармоничен лицев контур (табл. 3).

Табл. 3. II група пациенти

Пациент	Възраст (г.)	Пол	Диагноза	Операция/ Дата	Реконструкция	Подготовка
1 ЕА	57	Ж	Ca adenoidocysticum maxillae et orbitae dex., basis cranii, ossis frontalis et fossa cranialis anterior	En-block resectio maxillae typus IV dex. et reg. fronto-temporalis cum craniotomia et exenteratio orbitae 08/2017	- Plastica axialis ex reg. temp. dex. et localis primaria - Reconstr. secundaria microvasc. ex reg. rectus abdominis dex. et axialis ex reg. pectoralis major dex.	- Виртуално планиране - Композитен 3Д модел – титанова максиларна и РЕЕК краниална части
2 МД	43	М	Fibro Sa mand. sin.	Resectio mand. sin. cum haemixarticulatio typus Ic sin. 08/2017	Reconstr. microvascularis ex reg. fibularis sin.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
3 ДГ	36	М	Ameloblastoma mand. dex.	Resectio mand. typus I dex. 10/2017	Reconstr. microvascularis ex reg. fibularis dex.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
4 ПП	62	М	Chondro Sa mand. bilateralis	Resectio mand. bilater. subtotalis typus IVc 10/2017	- Reconstr. micro-vasc. ex reg. fibularis. - Reconstr. second. axialis ex reg. latis-simus dorsi dex.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
5 КК	68	М	Osteonecrosis medicamentosa mand. dex.	Resectio mand. dex. typus II dex. 02/2018	Reconstr. axialis ex reg. pectoralis major et plastica localis	- Виртуално планиране - Производство на комбиниран 3Д имплант – титан и РЕЕК

6 ДИ	38	Ж	Defectus secund. mand. dex. postresectio pro ameloblastoma et reconstructio non-vascularis	Osteotomia mand. dex. Defectus typus II dex. 02/2018	Reconstr. microvascularis ex reg. fibularis sin.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
7 ГМ	58	Ж	Defectus secund. mand. sin. postresectio pro ameloblastoma	Osteotomia mand. bilateralis. Defectus typus II. 05/2018	Reconstructio microvascularis ex reg. fibularis sin.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
8 КЙ	11.	М	Fibroosteo Sa mand. bilateralis	Resectio mand. bilateralis typus III 08/2018	Reconstr. microvasc. ex reg. crista iliaca dex.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
9 КЖ	53.	М	Ameloblastoma mand. sin.	Resectio mand. sin. typus Ic 05/2019	Reconstr. microvascularis ex reg. fibularis sin.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант
10 РБ	56	М	Ameloblastoma mand. bilateralis.	Resectio totalis corporis mand. bilateralis typus IV 04/2020	Reconstr. microvascularis ossea ex reg. fibularis sin.	- Виртуално планиране - Производство на хирургични водачи - Производство на 3Д титанов имплант

Подробностите за клиничния подход в отделните случаи са, както следва:

1. Първият изцяло виртуално планиран от нас случай бе може би най-комплексният и също така един от най-предизвикателните от клинична гледна точка в практиката ни до момента. Поради желанието ни да възстановим екзактно анатомичната форма при една разширена кранио-максило-фациална резекция взехме решение да включим виртуалните методи и производството на 3Д пациент-специфични импланти не на обичайното тестово базисно ниво, а директно в комплексните клинични условия на следния хирургичен случай:

Пациент ЕА, на 67 г., от гр. Червен бряг – с лицева асиметрия поради подутина в дясната средна лицева трета и дясна кранио-латерална орбитална дистопия, дължаща се обширна туморна формация, обхващаща горната челюст, носната кухина, орбитата, етмоидалния, фронталния и сфеноидалния синуси, базата на черепа и предната (фронтална) стена на краниалната кухина (фиг. 67).

Анамнестичните данни и придружаващата документация предоставяха информация за предходно лечение 6 год. по-рано, в обем – краниотомия и парциална фронтална базална туморна резекция, с хистологична диагноза аденоидно-кистичен карцином, последвана от лъчетерапия.

Предвид локализацията и разпространението на злокачествения процес, както и липсата на друга възможност за радикално лечение освен хирургичното, състоянието на пациентката бе обсъдено от интердисциплинарен лицево-челюстен/неврохирургичен екип и бе решено, че интервенция с изчерпателна резекционна насоченост е възможна, като най-голямото предизвикателство е във връзка с възстановяването на обширния композитен дефект и свързаните с него потенциални ранни или късни усложнения.

С оглед навлизащите по това време в Европа методи за виртуално планиране и 3Д принтиране и степента на сложност на конкретния клиничен случай, бе взето решение за изграждане на композитен пациент-специфичен имплант, за възстановяване на обширните костни дефекти.



Фиг. 67. Предоперативен изглед – фас и каудо-краниална проекция; КТ образи – коронарен, аксиален и сагитален

По описания по-горе КТ протокол (вж. Материал и методи, т. 2.3), съвместно с медико-инженерния екип на KLS Martin Group, Tutlingen, бе създаден виртуален модел на черепа, в който бе очертана и впоследствие отстранена наличната патологична зона и по създадения реален образ

на дефекта бе конструиран композитен 3Д имплант, изграден от синтерован титан за зигоматико-максиларната част и моделиран РЕЕК за фронтно-базалния дефект (фиг. 68). Особеността в този случай бе, че поради широкото разпространение на патологичния процес, ангажирането на базата на черепа, както и наличието на предходна краниотомия, дефинирането на точните резекционни граници предоперативно криеше значими рискове, поради което не бяха конструирани хирургични водачи, а имплантът бе изграден така, че да припокрива с изтъняващ ръб реципиентната зона.



Фиг. 68. Етапи на виртуалното планиране – генериране на модел и маркиране на патологичната зона (в червено); виртуална резекция; остатъчен кранио-фациален дефект; конструиране на РЕЕК краниален и Тi максиларен имплант

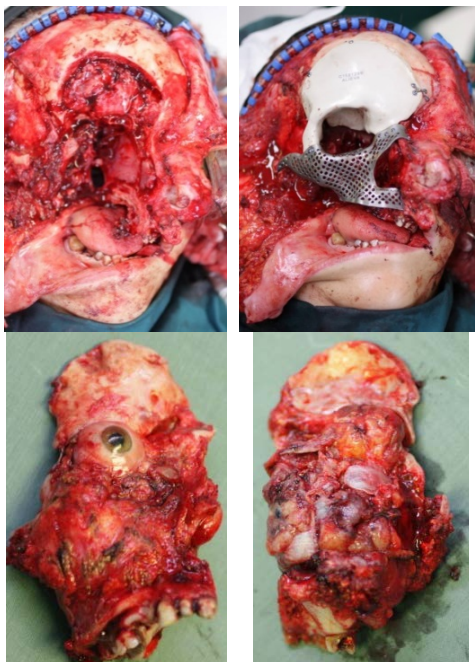
Интраоперативно бе оформен десен модифициран Weber-Ferguson достъп, комбиниран с достъп за орбитотомия и темпорален бикоронарен достъп за краниотомия, последван от дясна радикална максилектомия със зигоматику /назо / орбито / етмоидо / сфено / фронтотомия, за ен-блок отстраняване на туморната формация (фиг. 69).

Резециран бе короноидният израстък на мандибулата вдясно и бе формирано аксиално ламбо от десния темпорален мускул за възстановяване на небцето. Приложен и фиксиран бе композитният 3Д имплант и бяха възстановени меките тъкани, чрез локална пластика (фиг. 70).

Въпреки обнадеждаващите ранни следоперативни резултати (фиг. 71), няколко месеца по-късно меките тъкани във фронталната област проявиха тъканна слабост и формираха локализирана дехисценция. Въпреки положените усилия за локална антисептична и обща антибиотична терапия по микробиологична насоченост бе установено бавно и прогресивно разширяване на тъканната дехисценция и непълноценност на покривните тъкани.



Фиг. 69. Достъп за описаната по-горе ен-блок резекция



Фиг. 70. Резекционен дефект; приложение на композитен 3Д имплант; резекционен препарат – предно-задна и задно-предна проекция

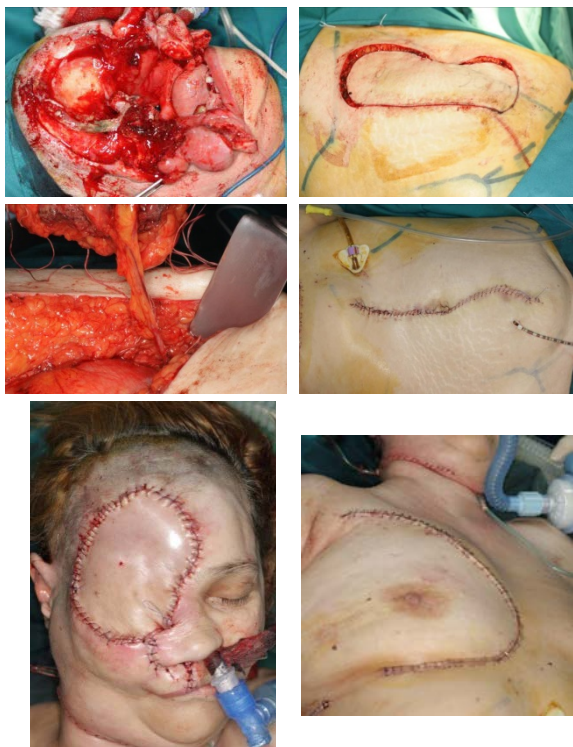


Фиг. 71. Постоперативен изглед в края на първата седмица – фас и $\frac{3}{4}$ профил

Периодът на консервативни грижи, продължи около 18 месеца, и след множество контролни прегледи, анализ на ситуацията с онкологичната комисия, с пациентката и със семейството ѝ, както и при липса на гаранции за тъканно възстановяване (поради локалната хипотрофичност на тъканите, персистиращата инфекция и проведената в миналото дефинитивна лъчетерапия), бе взето решение за нова хирургична интервенция в обем – отстраняване на пациент-специфичния имплант, тъканен дебридман и възстановяване на обширния дефект с микроваскуларно ламбо от коремната стена. Операцията бе подготвена и осъществена двуекипно, но и тук възниква непредвидено обстоятелство поради факта, че въпреки успешното анастомозиране, свободното ламбо не демонстрира периперативна устойчивост в периферната тъканна перфузия и след неколкочестни опити за реперфузиране ситуацията бе оценена като рискована по отношение на трайността му и наложи вземането на решение за премахване на микроваскуларното ламбо и едновременно преминаване към вариант за аксиална регионална реконструкция с дясно миокутанно пекторално ламбо.

Последното бе осъществено успешно и въпреки проявената ранна негативна реакция от страна на реципиентните меки тъкани, поредните локални и общи грижи за тях доведоха до положително развитие и интегриране на ламбото в рамките на следващите седмици (фиг. 72 и 73).





Фиг. 72. Предоперативен и интраоперативен изглед – фронтально-орбитална и интраорална дехисценция; отстраняване на импланта; оформяне и повдигане на rectus abdominis микросъдово ламбо и възстановяване на донорната зона в предната коремна стена; реконструкция на краниофациалния дефект с аксиално пекторално ламбо и възстановяване на донорната пекторална зона





Фиг. 73. Постоперативен изглед в края на 1-вия месец и в края на 3-ия месец

2. Вторият изцяло планиран виртуален случай бе не по-малко предизвикателен от първия и бе планиран по едно и също време с него.

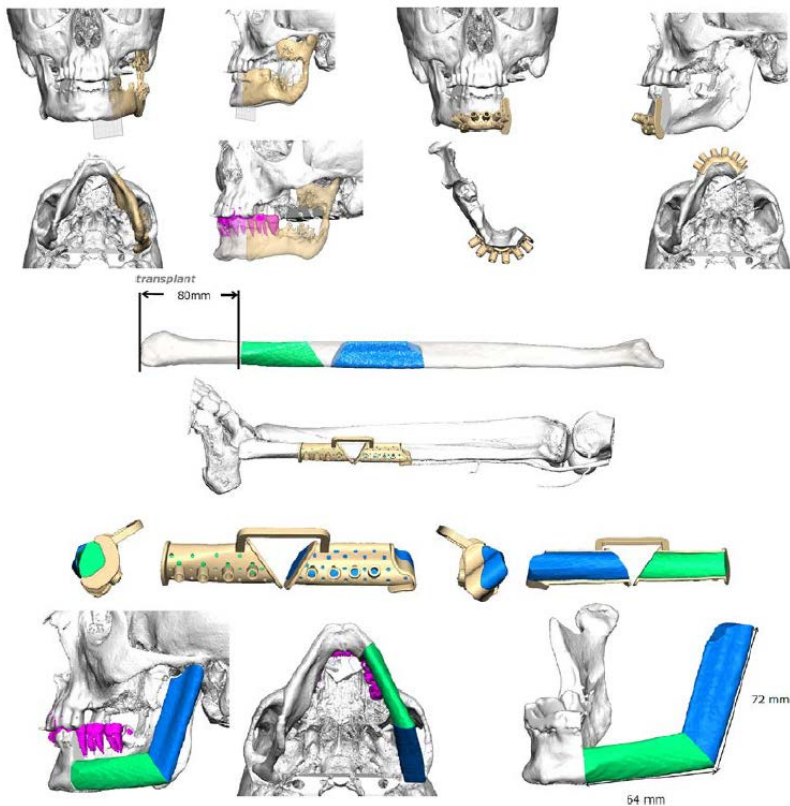
Пациент МД, на 43 г. – с лицева асиметрия, дължаща се на подутина в лявата букална и паротидео-масетериална области, с многогодишна давност и нарастваща в последните месеци (фиг. 74). Анамнестичните данни насочваха към неизяснена костна лезия в областта на ъгъла на долната челюст вляво, оперирана 5 г. по-рано, със смесен кистично солиден състав и хистологична насока към осифициращ фибром. Настоящата клинична картина и КТ образи обаче насочваха към по-агресивен тъканен процес, а хистологичната верификация бе в насока – фибробластен сарком.



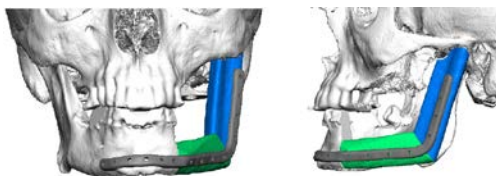
Фиг. 74. Предоперативен изглед – фас и интраорален изглед

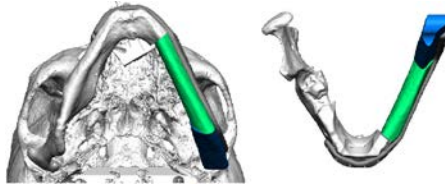
Онкологичната комисия взе решение за хирургично лечение, а обемът бе планиран като – радикална резекция, с микроваскуларна композитна фибуларна реконструкция,

която бе виртуално планирана по начина, изобразен на фиг. 75 и 76.



Фиг. 75. Виртуално планиране на резекцията с конструиране на челюстни водачи; и на лявата фибуларна реконструкция със съответните водачи; суперимпониране на образите; обем и разположение на сегментите

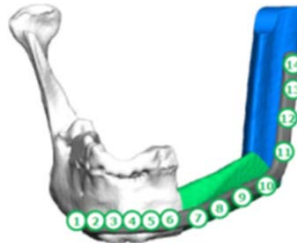




Screw typ	pos.	Measured screw length*	Recommended screw length
2,0/2,3 Locking (bicortical)	1	12,0	13
2,0/2,3 Locking (bicortical)	2	11,7	13
2,0/2,3 Locking (bicortical)	3	12,7	15
2,0/2,3 Locking (bicortical)	4	13,0	15
2,0/2,3 Locking (bicortical)	5	11,6	13
2,0/2,3 Locking (bicortical)	6	12,4	13
2,0/2,3 Locking (monocortical)	7		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	8		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	9		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	10		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	11		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	12		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	13		7-9
2,0/2,3 Locking (monocortical)	14		7-9

* Measured screw length – Plate thickness combined with bone thickness

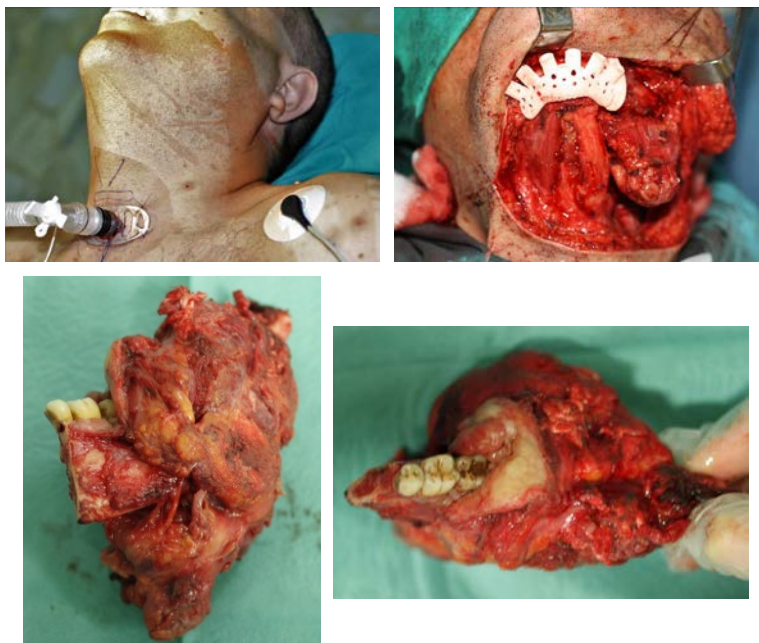
The screw threads are both for Locking and for Non-Locking (2.0/2.3 mm)



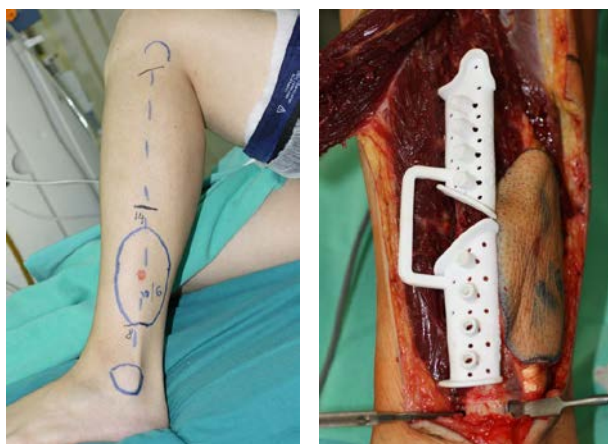
Фиг. 76. Конструирани на пациент-специфичния имплант и индивидуализиране на фиксационните точки и дължини

Оперативният подход включваше трахеотомия, шийна дисекция и радикална резекция на мандибулата дистално от 34 зъб с хемиексарткулация (тип Ic по Brown), посредством хирургичен водач, в съчетание с едномоментна двукипна композитна остеокутанна микроваскуларна реконструкция от лява фибуларна област, с помощта на

съответен реконструктивен хирургичен водач, изобразени на фиг. 77 и 78.



Фиг. 77. Оперативен изглед – трахеотомия и резекция с хирургичен водач





Фиг. 78. Оперативен изглед – композитна фибуларна реконструкция с хирургичен водач и интраорално възстановяване

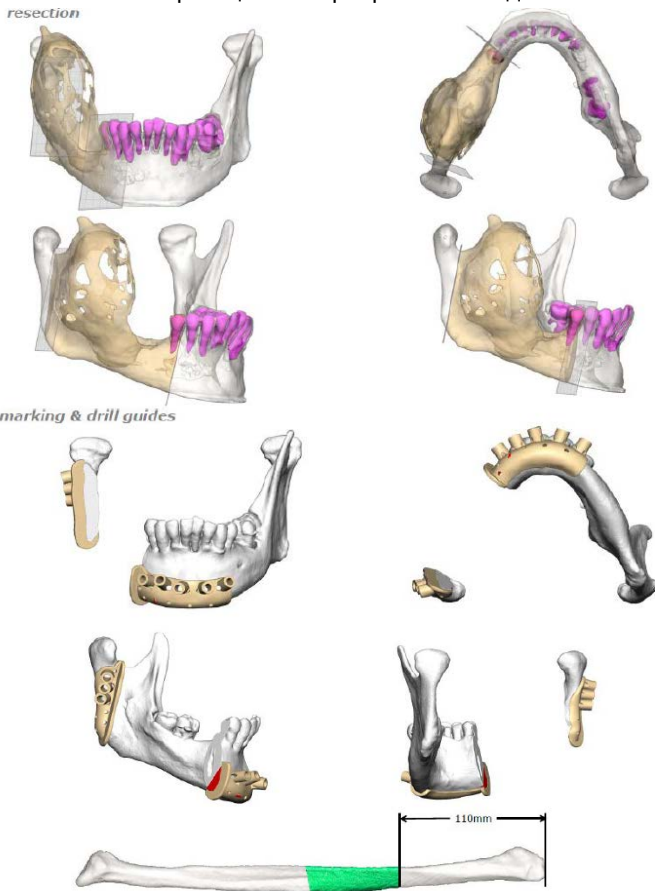
3. Пациент ДГ, на 32 г., от гр. София – с лекостепенна лицева асиметрия поради подутина на дясната букална и перимандибуларна област, дължаща се на амелобластом на дисталната част на тялото, ъгъла и клона на долната челюст (фиг. 79).

Осъществи се цялостно виртуално моделиране и симулиране на планираната оперативна интервенция в обем – I тип мандибуларна резекция (по Brown) вдясно с едномоментна двуекипна миоосална микроваскуларна реконструкция от дясната фибуларна област (фиг. 80). Хирургичният подход е представен на фиг. 81, а постоперативният резултат – на фиг. 82.





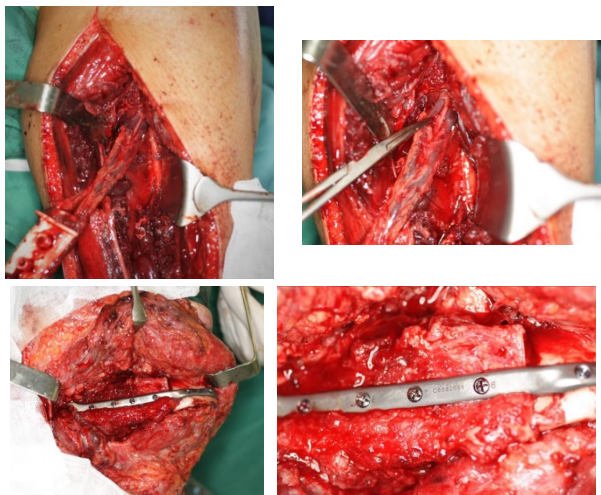
Фиг. 79. Предоперативен изглед – фас, каудо-краниална проекция и интраорален изглед





Фиг. 80. Виртуално планиране на резекционната и реконструктивната част; хирургични водачи; суперимпониране; дизайн на пациент-специфичния имплант





Фиг. 81. Интраоперативен изглед – оформяне на фибуларното ламбо посредством хирургичен водач; дисекция на съдовото краче и разделяне на а. рогопеа от комитантните вени; трансфер, разполагане и фиксиране на ламбото в областта на мандибулата посредством 3Д титанов имплант; микросъдова анастомоза; контакт на донорна към реципиентна кост, оформени чрез хирургични водачи



Фиг. 82. Постоперативен изглед – лицев $\frac{3}{4}$ профил и интраорален изглед

4. Пациент ПП, на 62 г., от гр. Русе – със силно изразен обемен процес на долната лицева трета, със зони и на тъканен разпад (фиг. 83). Оплакванията, по данни на пациента, датираха поне от около 4 г., като в началото е

потърсил специализирана помощ в друго болнично заведение и процесът е бил диагностициран в насока хондросарком, поради което е било предложено радикално отстраняване на долната челюст, без реконструкция, което от своя страна пациентът е отказал. Впоследствие му е била предложена дефинитивна лъчетерапия на долната челюст и шията, която той е приел, скоро след отказа от хирургично лечение.



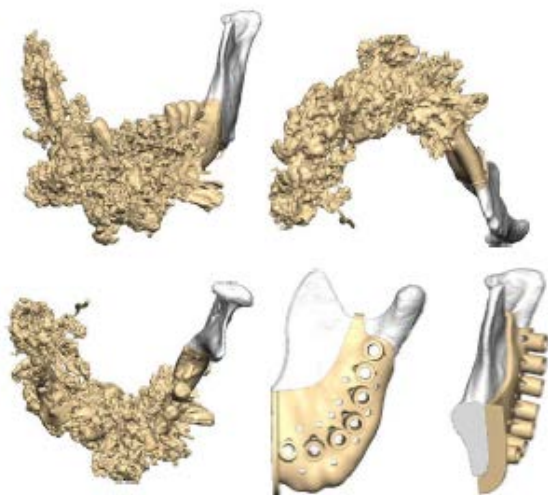
Фиг. 83. Предоперативен изглед – фас, $\frac{3}{4}$ профил, кранио-каудална проекция и интраорална находка

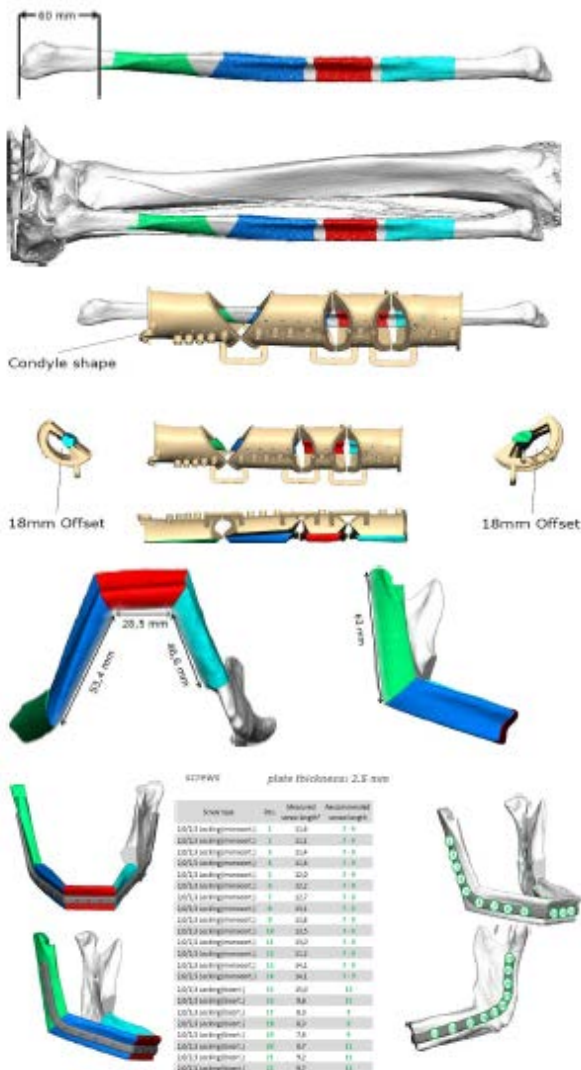
Проведеното онкологично лечение не е дало положителен резултат и формацията е продължила да нараства. Освен големите размери, болките и значителният функционален дефицит и дискомфорт при

представянето в нашата клиника, заболяването бе довело и до тежка прогресивна анемия поради периодичните кръвоизливи от областта на долната челюст, лекувана в града по местоживееене с регулярни кръвопреливания.

След продължително обсъждане между хирургичните, анестезиологичните и онкологичните екипи, и въпреки значимия риск и липса на гаранции за контрол на заболяването, бе взето решение за радикално хирургично лечение и комплексна реконструкция, като единствена възможност за контрол на процеса.

Осъществени са цялостно виртуално планиране на субтотална резекция на мандибулата със запазване единствено на левия клон на челюстта и 4-сегментна композитна остео-мио-кутанна фибуларна реконструкция от областта на лява подбедрица. Триизмерното изображение на мандибуларната патология, както и структурните детайли на дигитално-асистираната резекция и реконструкция са изобразени на фигура 84.

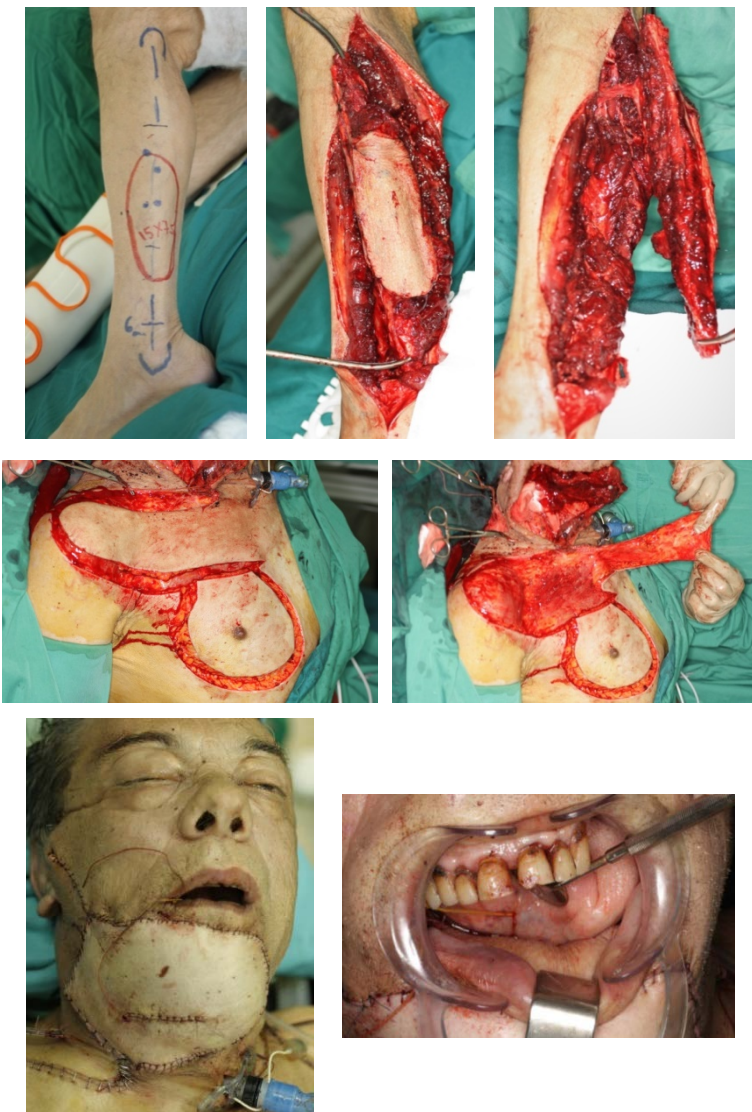




Фиг. 84. Виртуално планиране – изобразяване на тумора; резекция и хирургичен водач; донорна зона – използване на цялата височина на фибулата за 4-сегментно възстановяване; фибуларен водач с 18 мм отстояние поради големия мекотъканен обем на ламбото; измерване на сегментите и конструиране на 3Д импланта и фиксацията

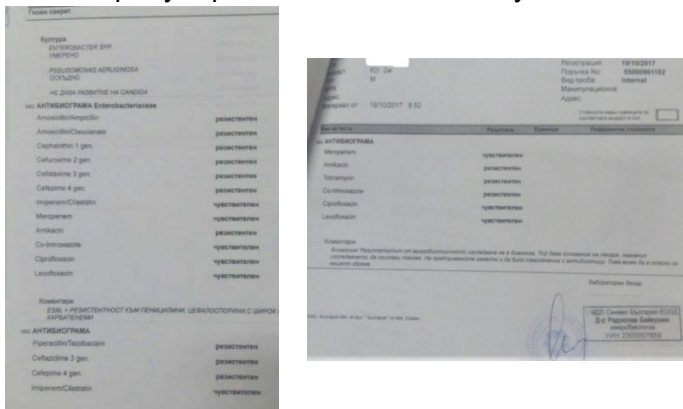
Оперативната интервенция, включваща в обема си – трахеотомия, пълнослойна резекция на долната лицева трета от дясната паротидео-масетериална област до лявата букална зона, в блок с двустранна шийна дисекция, както и едномоментна двуекипна реконструкция, освен с описаното по-горе фибуларно свободно ламбо за интраорално възстановяване, и с делтопекторално ламбо за екстраорално покритие, са представени на фигура 85.





Фиг. 85. Интраоперативен изглед – граници на резекцията; остеотомиране с хирургичен водач; резекционен препарат; фибуларно ламбо за интраорална реконструкция и делтопекторално ламбо за екстраорална реконструкция

В следоперативния период, след средата на първата седмица, се разви тежко бактериално възпаление на оперативните рани (фиг. 86) и част от реконструктивните тъкани, вкл. фибуларното ламбо, бяха загубени.

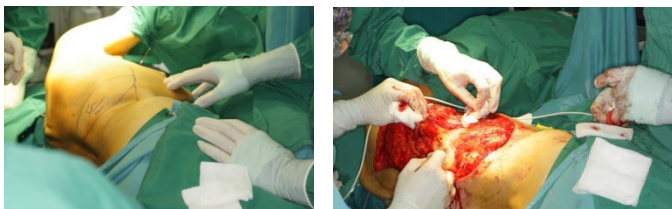


Фиг. 86. Микробиологична находка, с антибиограма

Това наложи нова реконструктивна операция, два месеца след първата, с помощта на аксиално ламбо от областта на m. latissimus dorsi. Последната бе допълнена 6 месеца по-късно и от локална пластика в областта на дясната орална комисура, която оформи и трайното състояние на тъканите (фиг.87, 88 и 89).



Фиг. 87. Остатъчен дефект след овладяване на инфекцията



Фиг. 88. Аксиална регионална миокутанна реконструкция с дясно latissimus dorsi ламбо



Фиг. 89. Постоперативен изглед в края на първата година – фас и интраорален изглед

5. Пациент КК, на 68 г., от гр. Кюстендил – с персистираща болка и инфекция в областта на долната челюст вдясно, придружена с кожно фистулизиране в областта на ментума вдясно (фиг. 90). Оплакванията датираха от над 1 година и бяха свързани с медикаментозно-асоциирана челюстна некроза, обхващаща цялата височина на тялото и ъгла на челюстта вдясно. Въпреки антибиотичните и антисептични противовъзпалителни мерки, както и предходни по-консервативни хирургични

подходи към проблема, се установяваше задълбочаване на оплакванията и бе взето решение за радикално хирургично лечение.



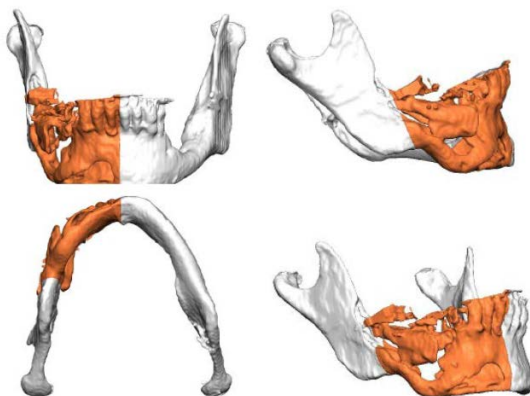
Фиг. 90. Предоперативен изглед – фас, каудо-краниална проекция и интраорален изглед

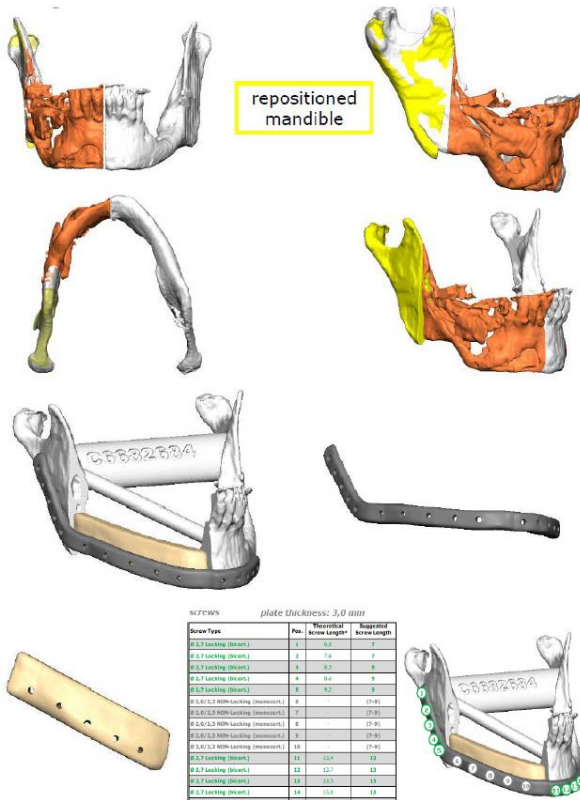
Хирургичният план бе за цялостно премахване на тялото и ъгла на долната челюст вдясно, като възможностите за реконструкция бяха, както и при останалите подобни случаи, в насока:

- стандартна свързваща реконструктивна титанова пластинова остеосинтеза, предварително моделирана посредством предоперативен 3Д модел;
- виртуално планиране, моделиране и производство на пациент-специфичен имплант или
- свободна микроваскуларна костна реконструкция, в съчетание с една от горните 2 точки.

Предвид скелетното костно-метастатично онкологично заболяване, което налагаше продължаваща антирезорбтивна терапия и бе все още в процес на активен медикаментозен контрол, преценката ни бе, че третата възможност крие повече рискове от останалите две, а след подробно обсъждане с пациента бе предпочетено приложението на втората посочена възможност.

Виртуалният план в случая е изобразен на фигура 91 и специфичното при него бе, че пациент-специфичният имплант е композитен, двучастов – титанов за пластиновата част с допълнителен РЕЕК сегмент, възстановяващ тялото и част от височината на алвеоларния гребен на долната челюст вдясно. Също така поради спецификата на патологичния процес и желанието да се съхрани колкото е възможно повече витална кост интраоперативно, не бяха конструирани хирургични водачи, а бе предоставена възможност, ако част от костта в областта на РЕЕК импланта се окаже васкуляризирана, той да бъде намален като размери и отново свързан към синтерования титанов имплант, който, от своя страна, можеше да бъде стабилно фиксиран към костта, независимо от евентуални разлики в медиодисталния размер на резекцията.





Фиг. 91. Виртуален план – дигитален модел, изобразяващ костната патология; коригиране на десния мандибуларен клон в ортометрична позиция; резекция и конструиране на двучастовия Ti/PEEK имплант и съответните фиксационни дължини

Въпреки тези съображения, интраоперативно бе установена пълна съпоставимост между дигиталния модел и анализа на КТ образите по отношение на необходимия обем на резекцията, и тя бе осъществена в границите на виртуалния план. Самият оперативен подход, освен резекция на патологичната костна зона чрез субмандибуларен достъп, включваше и приложението на аксиално пекторално мускулно ламбо, за цялостно покриване на пациент-специфичния имплант и създаване на добре

васкуларизирана основа за покривния интраорален гингивален епителен слой (фиг. 92).



Фиг. 92. Интра- и постоперативен изглед – субмандибуларен хирургичен достъп; приложение на двукомпонентния пациент-специфичен имплант; състояние 6 седмици след операцията – фас и интраорален изглед

6. *Пациент ДИ*, на 38 г., от гр. София – с лицева асиметрия поради дефицит на долната лицева трета вдясно (фиг. 93), персистираща болка в областта на долната половина на лицето вдясно, ограничение в отварянето на устата и затруднение при дъвчене. Оплакванията датираха от около година, когато в друга болница е била осъществена мандибуларна резекция за отстраняване на амелобластом и възстановяване с невакуларизиран графт от областта на crista iliaca.

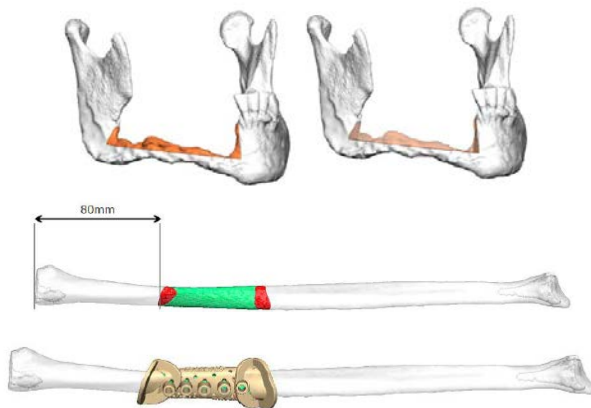


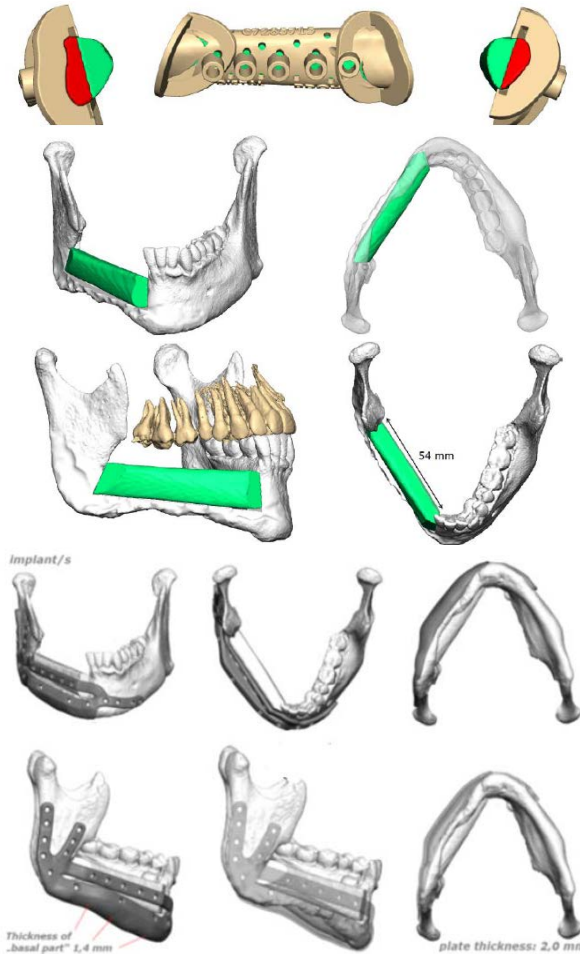
Фиг. 93. Предоперативен изглед – фас, $\frac{3}{4}$ профил, интраорален изглед, обем на отваряне на устата и ортопантомография след етап от първоначалното лечение

Хирургичният план за лечението на вторичния дефект включваше: десен субмандибуларен достъп по наличния цикатрикс, съдова дисекция и подготовка, премахване на старата фиксация, ревизия на костната зона на долната челюст вдясно и едновременно микроваскуларна реконструкция с ляво фибуларно ламбо, при участието на два хирургични екипа.

В процеса на виртуалното планиране бе изобразен подлежащият мандибуларен дефект, подбран бе съответ-

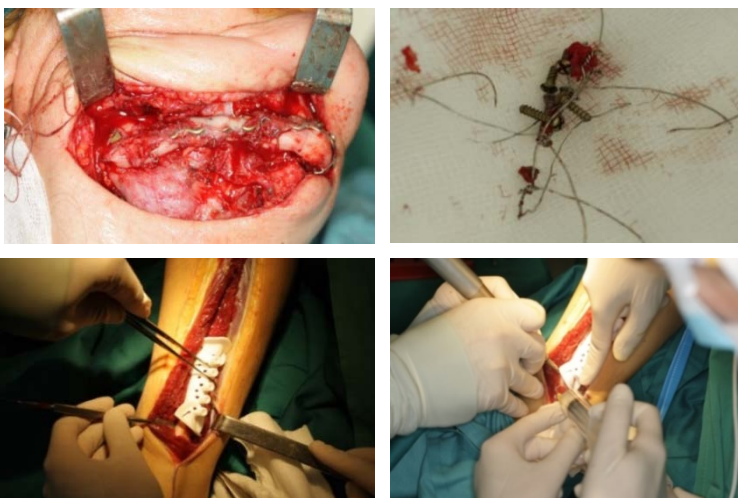
ният подходящ фибуларен сегмент за микроваскуларен трансфер и бе оформена реципиентната ложка по начин, по който, от една страна да се осигури максимална контактна повърхност с фибулата, а от друга, да се съхрани максимален обем собствена мандибуларна кост. Същевременно поради двупосочните реконструктивни проблеми, които възстановяването имаше за цел да реши – по отношение на корекцията на долночелюстен контурен дефицит и хармонизацията на меките тъкани на долната лицева трета; както и по отношение на функционалната рехабилитация на устната кухина и в частност подкрепа на възможностите за имплантно фиксирано или сменяемо зъбопротезиране в бъдеще, бе взето решение за изграждане на хибриден мултисегментен 3Д имплант, с база, конструирана по естествения контур, получен с помощта на огледален образ на съхранената лява половина на челюстта, и допълнителен фиксационен сегмент над нея за подравняване и стабилизиране на фибулата на нивото на алвеоларния гребен на мандибулата (т.е. медиална горна граница на фибулата, подравнена към основата на интрарадикуларния септум на последния естествен зъб) (фиг. 94).





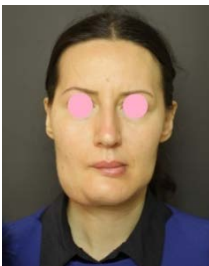
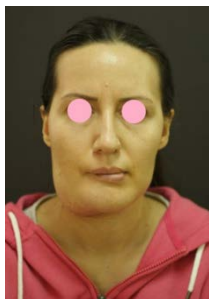
Фиг. 94. Виртуално планиране – подлежаща костна деформация с очертаване на зоната за моделиране, с оглед запазване на по-голяма част от наличната кост и максимална адаптация на фибуларното ламбо; позиция на донорния участък във фибуларната кост и дизайн на хирургичния водач; позиция на трансферирания фибуларен сегмент в областта на долната челюст; дизайн на хибриден 3Д имплант – с контурна основа, изградена по огледален образ, и надлежащ фиксационен сегмент за позициониране на фибулата на нивото на алвеоларния гребен, с оглед бъдещо имплантно зъбно протезиране

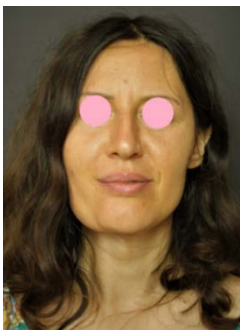
Самата оперативна интервенция бе осъществена двуекипно (фиг. 95), като резекционният екип оформи съответните части на долната челюст спрямо виртуалния дизайн и осигури достъп до съдовете на шията вдясно. Реконструктивният екип от своя страна оформи посредством хирургичния водач фибуларното ламбо, като съвместно с костната част, дисецира и мускулен сегмент от *m. soleus*, оформяйки композитно миоосално ламбо. Този подход бе възприет с оглед покриване на контурната част от 3Д импланта с мускулна тъкан, осигурявайки добре васкуляризиран надлежащ слой за протекция на евентуална кожна дехисценция и потенциални възпалителни усложнения. С пациентката предварително бе обсъдено обстоятелството за временно хиперконтуриране на дясната половина на долната лицева трета, въз основа на този тип ламбо, като очакванията са за прогресивно автокоригиране, в процеса на атрофия на мускулната част на реконструкцията (фиг. 96).





Фиг. 95. Интраоперативен изглед – премахване на старата фиксация и подготвяне на мандибуларната ложа; оформяне на костния сегмент на ламбото; фиксирание на 3Д импланта и покриване на контурната му част





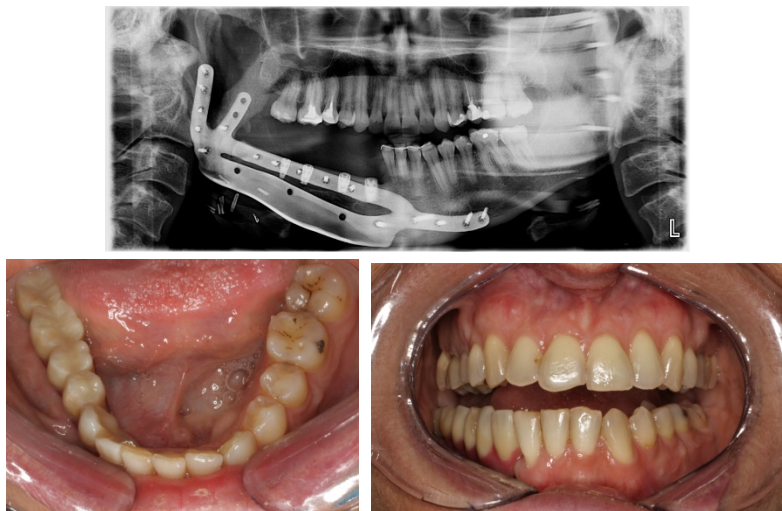
Фиг. 96. Последователен постоперативен изглед – фас и интраорален изглед в края на 2-та седмица, 4-та седмица, 6-ия месец и 9-ия месец

С оглед на цялостна дентална рехабилитация и пълноценно възстановяване на функцията на устната кухина бе проведено и ортодонтско лечение* между 9-ия и 15-ия постоперативни месеци, за коригиране на съществуващия овърджет и нивелиране на долната зъбна дъга, при което бе използвана и скелетна ортодонтска опора (Surgi-Тес®) в областта на 35, 36 зъби. Впоследствие бе осъществено виртуално планиране (MIS-MSOFT) на навигирани дентални импланти, които бяха поставени към 18-ия постоперативен месец (фиг. 97 и 98).



Фиг. 97. Интраорален изглед – 18-и постоперативен месец, с поставяне на навигирани дентални импланти (MIS) в реконструираната мандибула

* Ортодонтското лечение е осъществено под ръководството на проф. д-р Лаура Андреева, дмн, ръководител на Катедрата по ортодонтия, ФДМ, МУ – София.



Фиг. 98. Ортопантомография след поставяне на навигираните дентални импланти и интраорален изглед след натоварването им и завършване на протезирането

7. Пациент ГМ, на 58 г., от гр. Русе – с вторичен дефект на средната и лявата част на тялото на долната челюст, с давност от 4 години, когато е оперирана по повод амелобластом в посочената област чрез резекция и остеосинтеза с реконструктивна пластина. Последната впоследствие се е фрактурирала и е премахната.

Основните оплаквания бяха свързани с дискомфорт и функционален дефицит при дъвчене, придружен с девиация на долната челюст, както и с естетични смущения.

Клинично се установяваше хиперстеничен хабитус и асиметрия на долната лицева трета поради липса на част от тялото и ментума на долната челюст, постоперативни цикатриксни изменения с известна редистрибуция на мастната тъкан, както и депресия на меките тъкани в зоната на костния дефект. Интраоралните промени бяха свързани със свободна подвижност и придърпване на мандибуларните фрагменти един към друг, както и с

деформация на алвеоларната форма, в съчетание с фиброзни мекотъканни промени (фиг. 99).



Фиг. 99. Предоперативен изглед – фас; фас с отворена уста – девиация на десния мандибуларен фрагмент; каудо-краниална проекция; интраорален изглед

Предизвикателствата при планирането на подобна мандибуларна реконструкция бяха свързани основно с: определянето на правилната антропо- и ортометрична мандибуларна позиция и репозициониране на фрагментите в нея; определянето на големината на липсващите мандибуларни сегменти и пълноценното им заместване; както и оптималната фиксация на цялостното възстановяване, с избягване дори на най-малките несъответствия, предизвикващи повишени сили на натиск, усукване и опън.

Всички тези проблеми, в конкретния клиничен случай бяха разрешени по следния начин:

- създаване на виртуален модел с първоначалната позиция на мандибуларните фрагменти;

- корекция на мандибуларните фрагменти в правилна позиция с помощта на оклузални и ТМС референтни точки;

- използване на референтен мандибуларен образ, генериран от планиращия софтуер, на базата на данни за стандартните мандибуларни размери и големини (налагащо се поради липсата на средната част на тялото на долната челюст и възпрепятстващо използването на огледален образ за цялостната ѝ виртуална реконструкция);

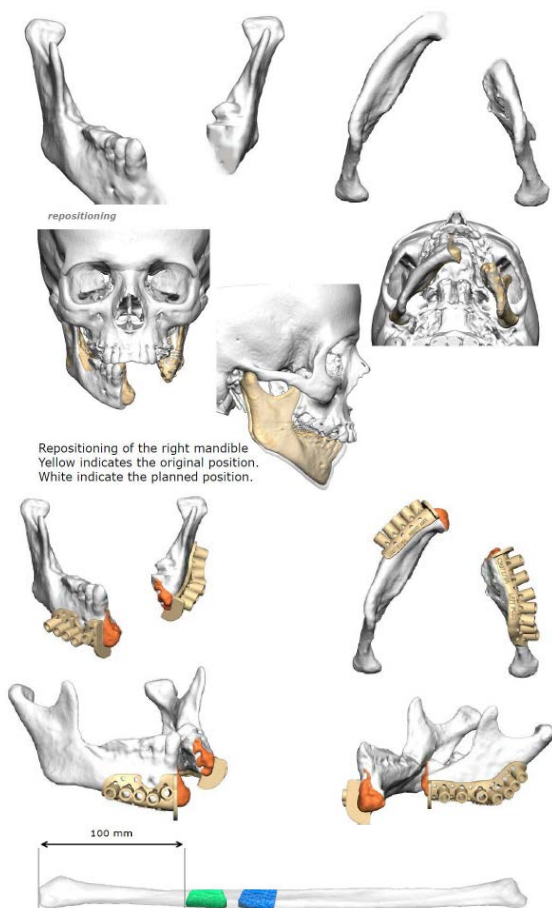
- наслагване на референтния цялостен мандибуларен образ върху наличните мандибуларни фрагменти и пълно реконструиране на формата на долната челюст;

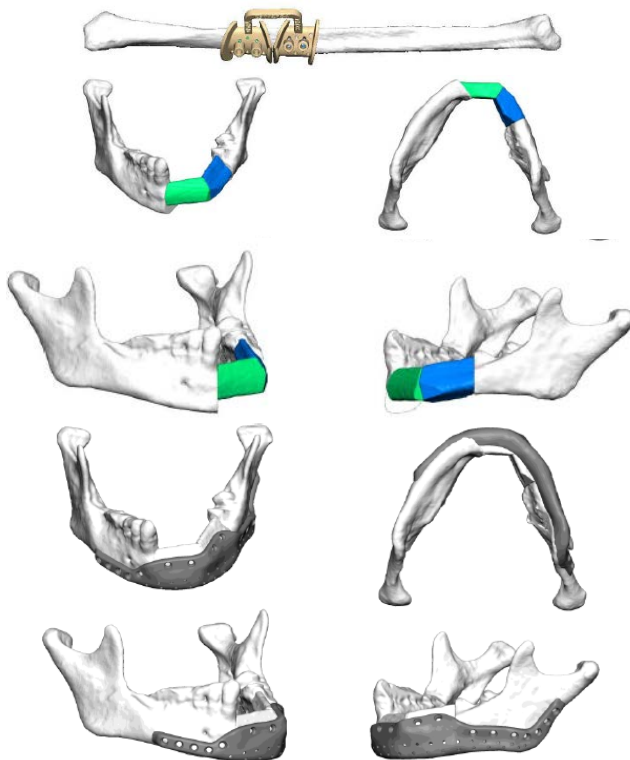
- подбор на подходяща донорна фибуларна област, която поради необходимост в конкретния случай, да реконструира обемисти части на мандибулата – ментум и тяло, бе планирана в по-проксимална позиция от обичайната – на 100 мм от границата на латералния епикондил;

- пренос на донорния фибуларен образ върху реципиентната ложа; позиционирането му на алвеоларно ниво във вертикално отношение и сегментирането му на две части – за възстановяване на ментума и лявата половина на тялото на долната челюст;

- конструиране на хибриден пациент-специфичен имплант (подобен на предходния клиничен случай, № 6, II група), с основа, възстановяваща контура на челюстта, и екстензия в краниална посока за фиксация на фибуларните реконструктивни сегменти в алвеоларна мандибуларна позиция (фиг. 100).

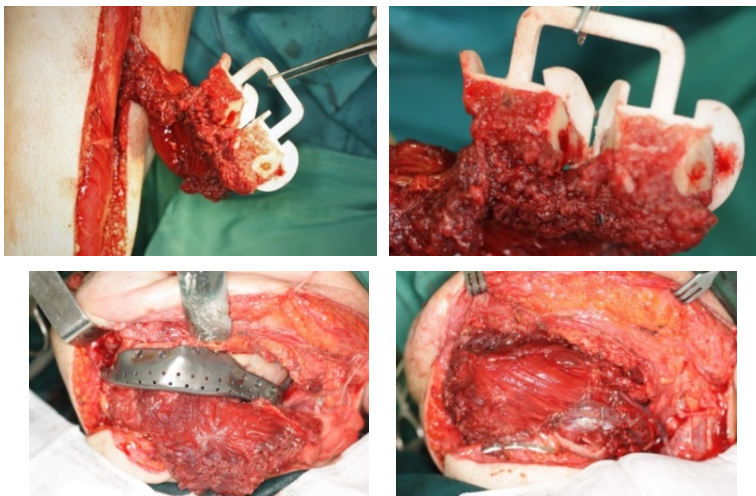
Преносът на така построения план в реалната оперативна интервенция бе осъществен отново с помощта на хирургични водачи и с двукипен подход, като и в този случай бе използвано композитно миоосално фибуларно ламбо, с включен сегмент от m. soleus, за покриване на контурната част на 3Д импланта. Детайлите за това, както и постоперативният изглед, са представени на фиг. 101, 102, 103.





Фиг. 100. Виртуално планиране – първоначален образ на долната челюст; коригиране на позицията на мандибуларните фрагменти; подготовка на реципиентната зона и конструиране на водачи; донорна зона и водач; трансфериране на фибуларните сегменти и алвеоларно позициониране; конструиране на хибриден 3Д имплант с контурна основа и краниална фиксационна екстензия





Фиг. 101. Интраоперативен изглед – шиен достъп по предходния цикатрикс, фиксиране на резекционния водач и съпоставяне с адаптацията според виртуалния план; резекционна подготовка на реципиентната ложа; оформяне, повдигане и сегментиране на ляво фибуларно ламбо, с помощта на реконструктивния водач; трансферирани реконструктивни фибуларни фрагменти, позиционирани на алвеоларно мандибуларно ниво и фиксирани с помощта на хибридният 3Д имплант; покриване на импланта с мускулната част на свободното ламбо (m. soleus)



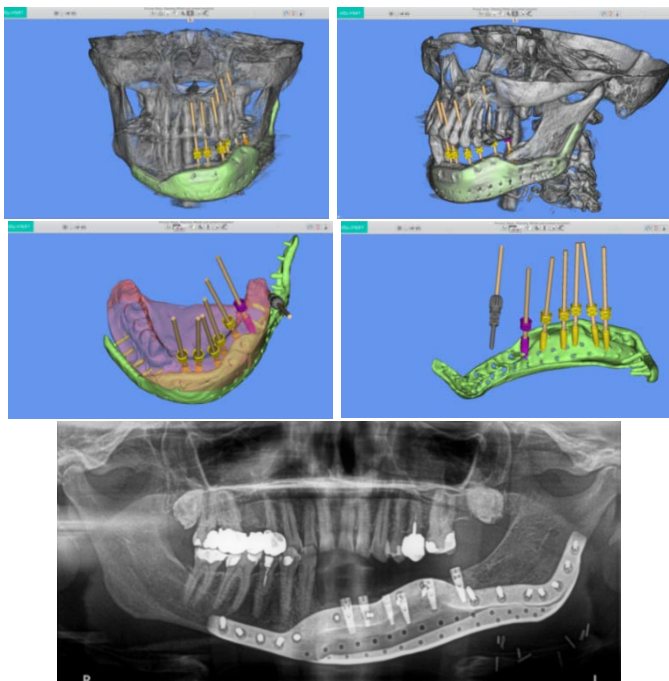


Фиг. 102. Постоперативен изглед – в края на 1-та седмица – фас, каудо-краниална проекция и интраорален изглед (отворена/затворена уста)



Фиг. 103. Постоперативен изглед – в края на 1-та година – фас, $\frac{3}{4}$ профил и интраорален изглед (отворена/затворена уста)

В месеците след първата постоперативна година, след клинична и КТ верификация на стабилния реконструктивен резултат и контрол на първичното заболяване, бе осъществено виртуално планиране на имплантно дентално протезиране (MIS MSOFT) (фиг. 104).



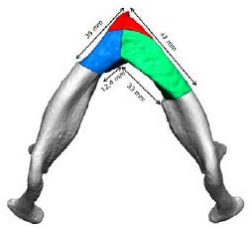
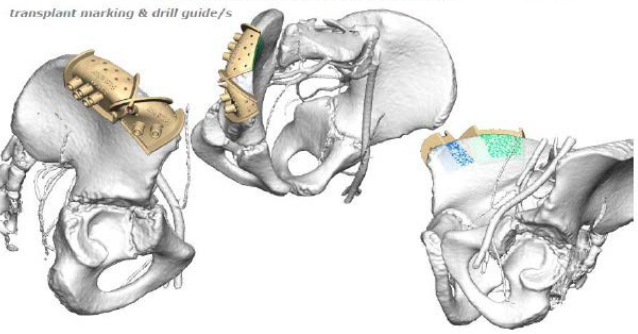
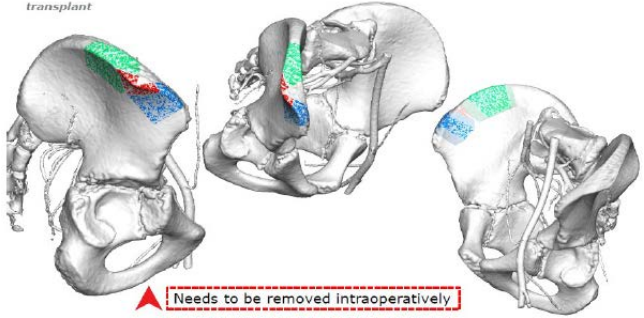
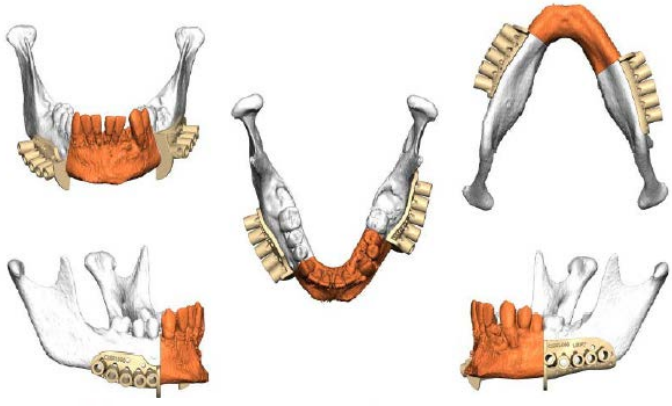
Фиг. 104. Виртуално планиране на дентална имплантна рехабилитация на средната част и лявата половина на долната челюст, на базата на 3Д реконструиран СВСТ образ и интегриран в него дигитален дентоалвеоларен отпечатък с виртуален зъбопротезен моук up (симулация на формата и позицията на бъдещите зъби). 5 от 6-те дентални импланта са позиционирани в реконструираната част на долната челюст (микросъдово трансферираната фибуларна кост); ортопантомография след денталното имплантиране

8. Още един предизвикателен случай поверихме на решение с помощта на виртуално планиране, моделиране и принтиране, при представяне на *детето КЙ*, на 11 г., от гр. Белене, което дойде при нас с комплексна онкологична история, започнала повече от 3 г. по-рано, когато е диагностицирано с фибробластен остеосарком на десен хумерус и двустранни метастатични белодробни лезии. След неoadювантна ХТ по COSS 96 протокол, в клиниката по детска онкохематология в Пловдив, и одобряване от Фонда

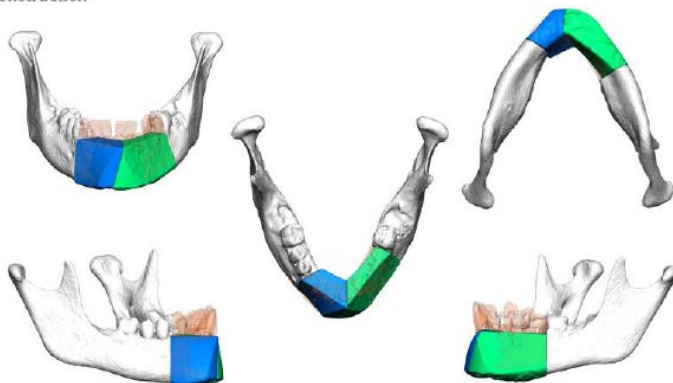
за лечение на деца на апликационна форма за лечение в чужбина, заминава за Мюнстер, Германия, където последователно е подложено на резекция на десен хумерус, с приложение на MUTARS ендопротеза и двустранна торакотомия, при която са екстирпирани 5 метастатични лезии от десния и 3 лезии от левия бял дроб. И след двете операции се връща в България за провеждане на адювантна ХТ по EURAMOS – MAP arm протокол, като се отчита контрол на заболяването до декември 2017 г. Тогава се появява подутина в централната и лявата половина на долната челюст, хистологично верифицирана като фибробластен остеосарком. След хирургична консултация при нас и 6 нови курса полихимиотерапия по ICE протокол, довели до редукция на тумора въз основа на нови пълни образни и хистологични изследвания, бе осъществено двуекипно хирургично лечение на солитарната мандибуларна метастаза в обем – радикална резекция на засегнатата част от долната челюст и микросъдова реконструкция с миоосално ламбо от областта на дясната *crista iliaca*, с включен *m. obliquus int.*, базирано на *a./v. circumflexa ilium prof.dex*. За целта бе използвано виртуално планиране и моделиране, с принтиране на 3Д пациент-специфичен имплант (фиг. 105, 106 и 107).



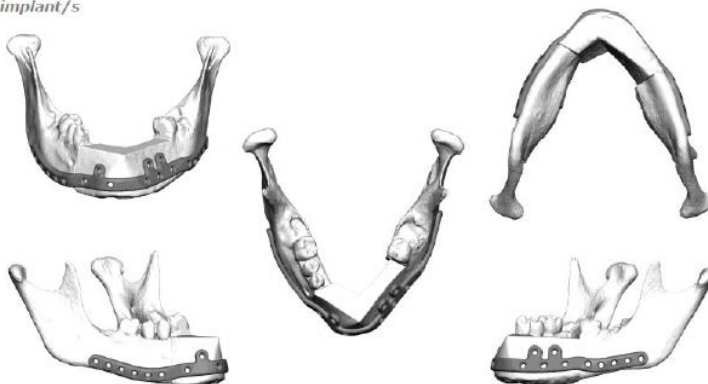
Фиг. 105. Предоперативен изглед – фас и интраорален изглед (със зоната на нова биопсия в областта на 32 зъб след ХТ)



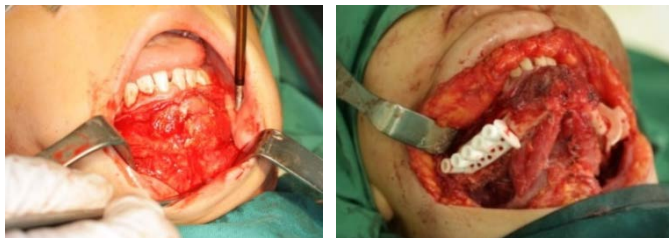
reconstruction

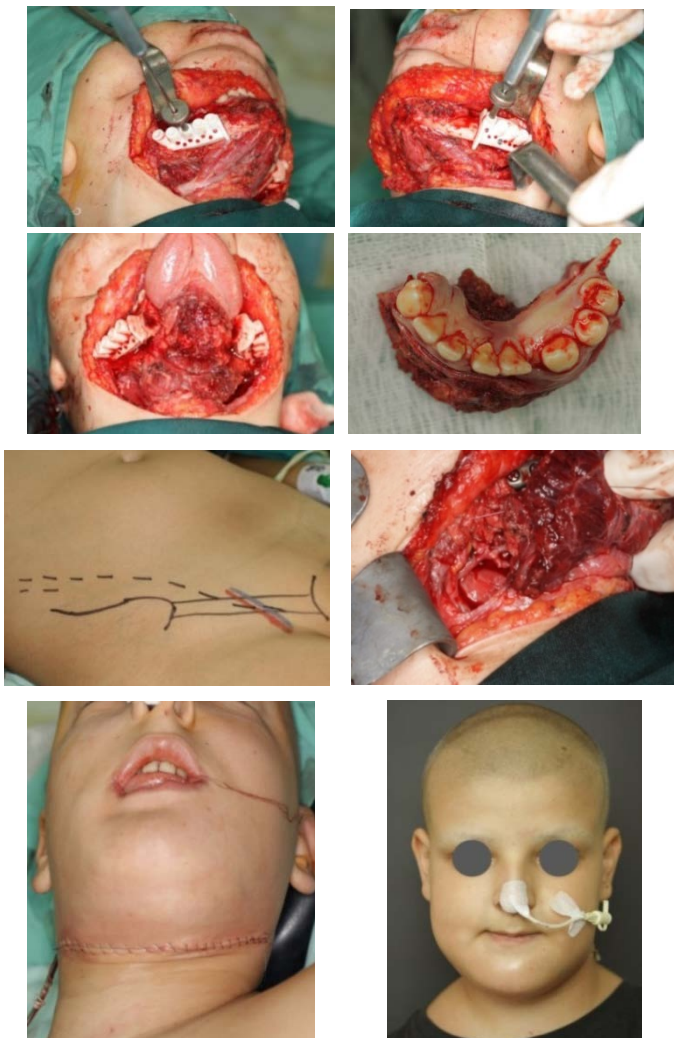


implant/s



Фиг. 106. Виртуално планиране – изобразяване на резекцията и конструиране на хирургични водачи; изобразяване на таза и подбор на най-подходящата донорна зона; конструиране на донорни водачи; измерване на обема и трансфер на хълбочните фрагменти към мандибулата; конструиране на пациент-специфичен 3Д имплант





Фиг. 107. Интраоперативен и ранен постоперативен изглед – комбиниран интра/екстраорален достъп; тестване и фиксиране на резекционните водачи и оформяне на отворите за фиксация на 3Д импланта; резекция на мандибулата; достъп за дясно микроваскуларно илиачно ламбо; трансфер на миоосалното ламбо и микросъдова анастомоза; лицев изглед в края на операцията и в края на първата постоперативна седмица

Според лечебния план на педиатричната онкологична комисия пациентът продължи с адювантна ХТ на ранен постоперативен етап и след 8 курса се представи с кожна дехисценция над импланта, в областта на тялото на долната челюст вляво, вследствие на което бе взето решение за отстраняването му. Хирургичната манипулация във връзка с това верифицира виталитет и интеграция на реконструираната неомандибула (фиг. 108).



Фиг. 108. Изглед 9 месеца постоперативно – фас, $\frac{3}{4}$ профил, интраорален изглед, както и състояние на костта след отстраняване на 3Д импланта

9. Пациент КЖ, на 53 г., от гр. София – с лицева асиметрия поради подутина на лявата букална и паротидео-масетериална области (фиг. 109), с давност повече от година, дължаща се на амелобластом, ангажиращ дисталната част на тялото и целия клон на челюстта.

Виртуално бе планирана радикална резекция на долната челюст вляво, дистално от средата на тялото на челюстта, с хемиексартукулация (тип Ic по Brown) и реконструкция с ляво фибуларно микроваскуларно ламбо. Пациентът бе с обеззъбена долна челюст, което от своя страна, бе довело до редукция на височината на тялото и съпоставимост между него и височината на планираната фибула, Тя от своя страна бе позиционирана в основа, изградена от контуриран 3Д имплант, възстановяващ основния ръб и профила на тялото, ъгъла и клона на мандибулата вляво (фиг. 110 и 111).

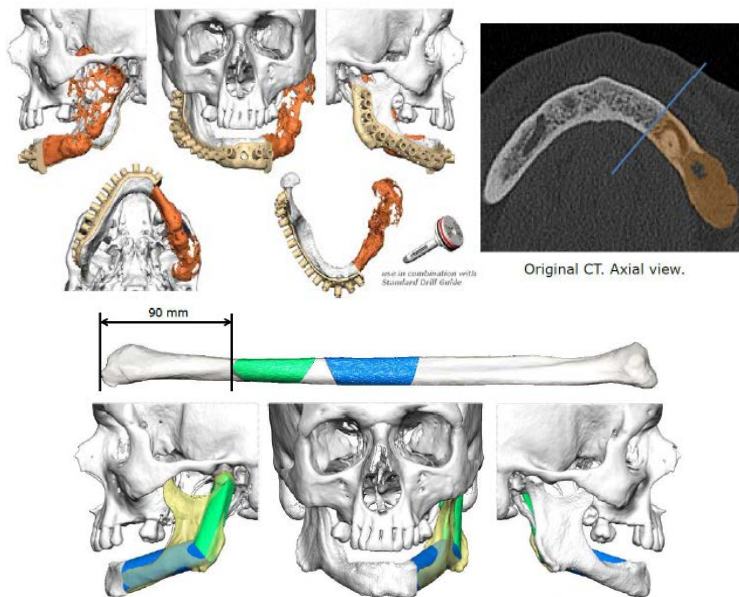


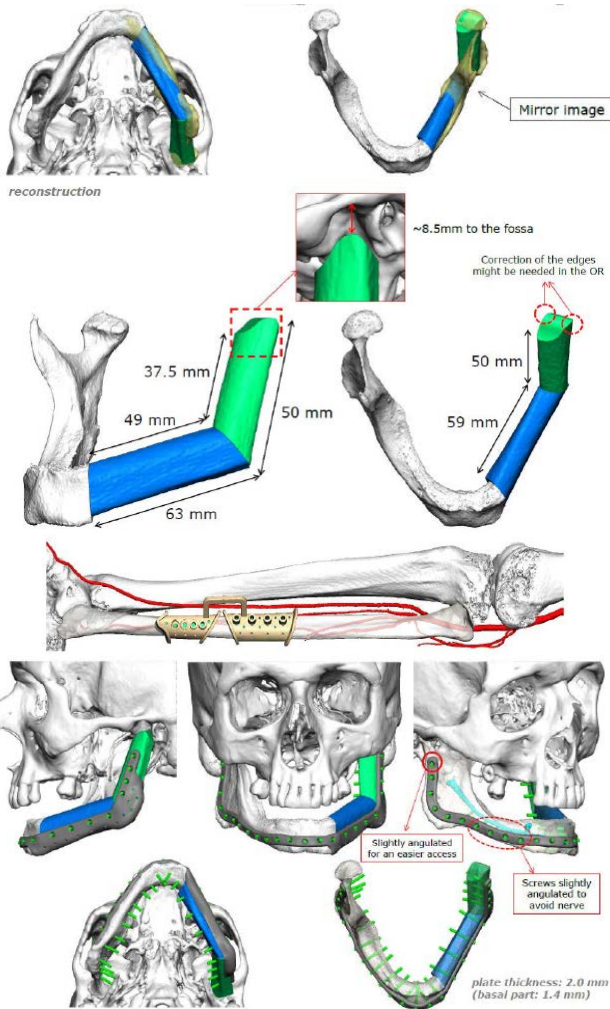
Фиг. 109. Предоперативен изглед – фас, каудо-краниална проекция, интраорален изглед и ортопантомография

Също така, имайки предвид сложните сили, които се генерират при функция в областта на срединната част на тялото на тотално обеззъбени мандибули, фиксационната част на импланта бе планирана така, че освен да обхваща цялостно ментума и остатъчната част на тялото (с

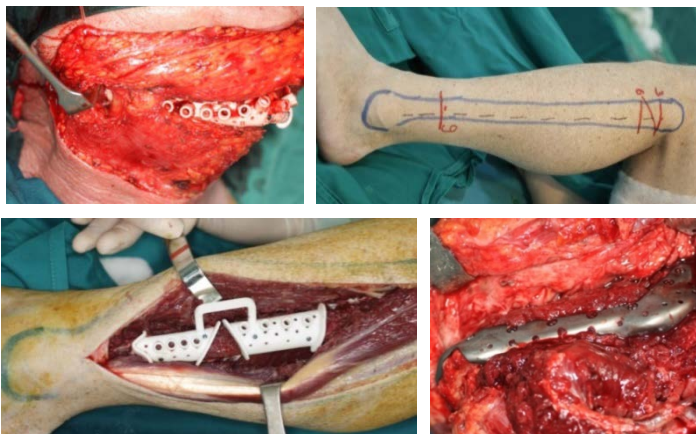
фиксиращи ходове избягващи мандибуларния канал), да се изкачва и обхваща ъгъла и контралатералния на резекцията клон на челюстта – с цел да неутрализира както вертикалните сили, действащи върху реконструктивната зона, така и силите на усукване, които се генерират в областта на ментума (Bruce, 1993; Greenberg, 2002).

Оперативната интервенция бе осъществена двуекипно и включваше субмандибуларен шиен достъп, съдова подготовка и отстраняване на засегнатата част на долната челюст, както и ляво фибуларно микроваскуларно ламбо, започващо в по-проксимална зона – 90 мм от дисталната граница на костта, с оглед добиване на по-подходящи в обемно отношение сегменти. Планирането на оперативната интервенция е изобразено на фигура 110, оперативният подход – на фигура 111, а постоперативният изглед – на фигури 112 и 113.

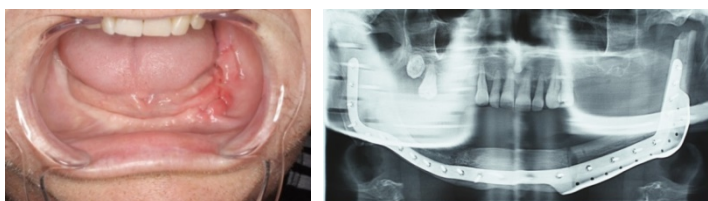




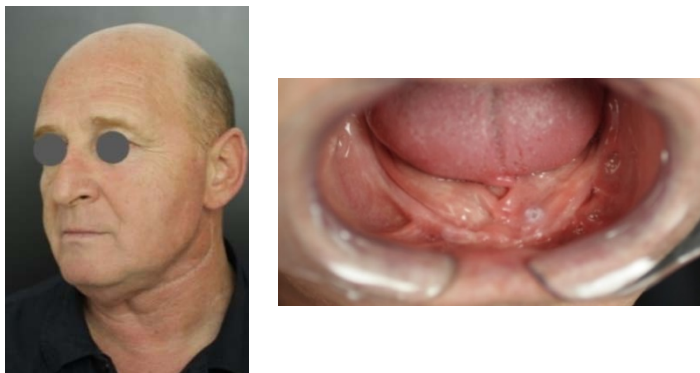
Фиг. 110. Виртуално планиране – изображение на патологичната зона и границата на резекция (в оранжево) и конструиране на стандартния резекционен/дрил-проекционен водач; изобразяване на донорната фибуларна зона и планиране на сегментите; трансфер на фибуларното ламбо и суперимпониране върху възстановен огледален образ на челюстта; измерване на дължината на реконструктивните сегменти и отстоянието на новия ляв кондиларен израстък от тавана на ставната ямка; конструиране на реконструктивен фибуларен водач; конструиране на контурен 3Д пациент-специфичен имплант



Фиг. 111. Интраоперативен изглед – шийен достъп и позициониране на резекционния водач; достъп към лявата фибуларна зона; дисекция и подготовка за остеотомия на фибуларното ламбо; фиксиране на пациент-специфичния имплант и микросъдова анастомоза (долу дясно на снимката)



Фиг. 112. Постоперативен изглед – фас, профил лява подбедрица, интраорален изглед и ортопантомография – в края на втората седмица



Фиг. 113. Постоперативен изглед – $\frac{3}{4}$ профил и интраорален изглед в края на първата година

10. Пациент РБ, на 56 г., от гр. Поморие – със симетрично уголемяване на долната лицева трета, поради дифузна подутина на тялото на долната челюст двустранно, хистологично верифицирана като амелобластом (фиг. 114).

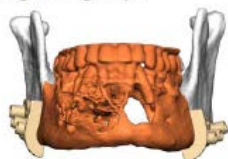


Фиг. 114. Предоперативен изглед – фас, профил и интраорален изглед

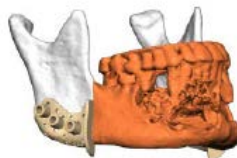
След задълбочен преглед на крос-срезните 2D КТ образи и демаркиране на ендосалното туморно разпространение спрямо тях, 3Д виртуалният план (фиг. 115) включваше: цялостно отстраняване на тялото на челюстта със срезни линии от дистално на 48 до медиално на 38 (с отстраняване на последния интраоперативно) и реконструкция с ляво двусегментно фибуларно ламбо, със скосени в медиалната част фрагменти, по начин, образуващ хоризонтална линия за реконструкция на вестибуларната стена на ментума. Контурната база на импланта, от своя страна, бе оформена по мандибуларен скелет, генериран от стандартна референтна мандибуларна база данни и съпоставен с опорни точки от запазените анатомични участъци на долната челюст на самия пациент.

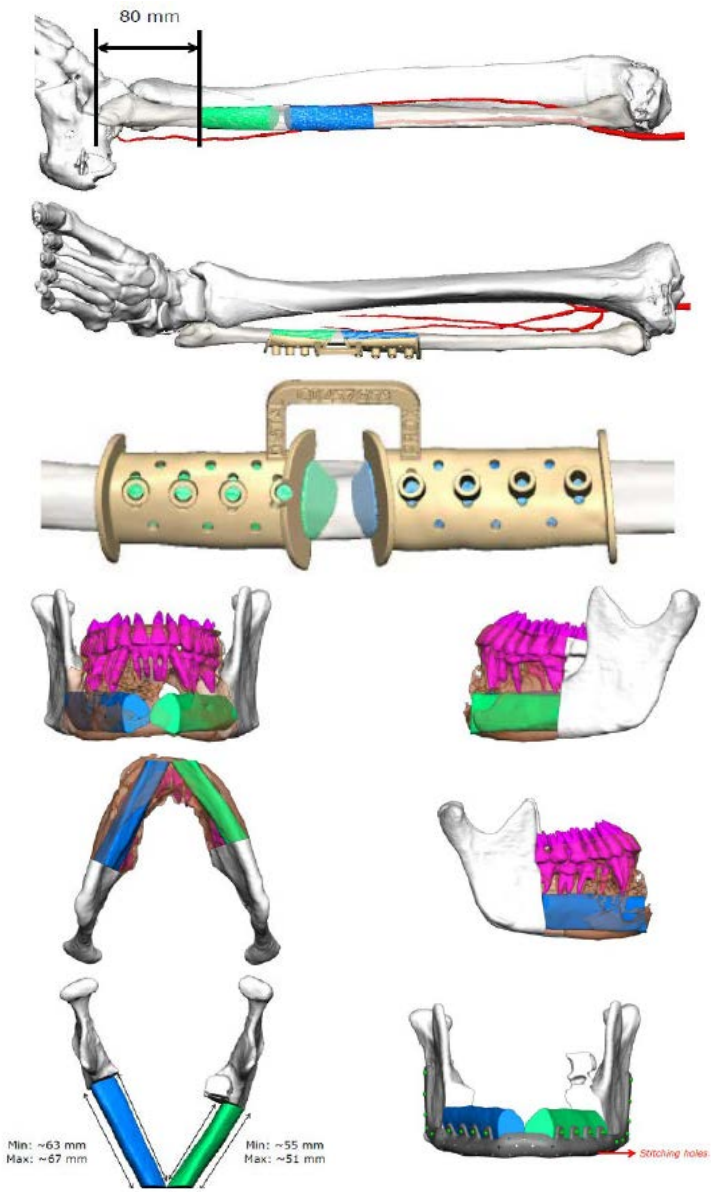
Оперативната интервенция бе осъществена двуекипно и включваше: двустранен субмандибуларен достъп, съдова подготовка и отстраняване на долната челюст в посочените граници от резекционния екип, с помощта на индивидуалните хирургични водачи; и оформяне, повдигане и микросъдов трансфер на ляво фибуларно ламбо от реконструктивния екип, с помощта на съответните реконструктивни хирургични водачи. Детайлите за оперативния подход са представени на фигура 116, а постоперативният изглед на фигура 117.

marking & drill guide/s



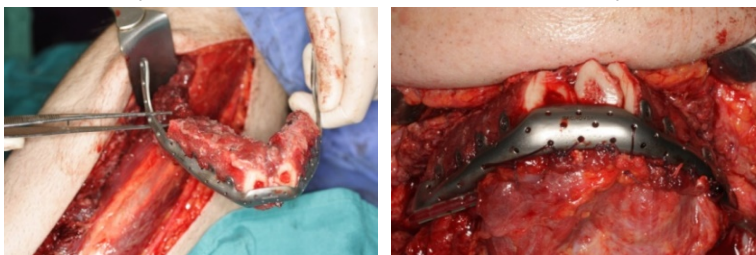
use in combination with Standard Drill Guide







Фиг. 115. Виртуално планиране – мандибуларно 3Д представяне с обем на резекцията и хирургични водачи; донорна зона със сегменти и водачи; фибуларен трансфер и суперпониране в/у собствената мандибула с наличните зъби; измерване на фибуларните сегменти и 3Д имплантна конструкция



Фиг. 116. Интраоперативен изглед – сегментиране и адаптиране на фибуларните сегменти към 3Д импланта в донорната зона и фиксиране в реципиентната ложа





Фиг. 117. Постоперативен изглед – фас, профил и интраорален изглед в началото на шестия месец

ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

По задача 1. Систематизиране на необходимите подготвителни изследвания и стъпките в процеса на виртуално планиране, моделиране и съответна костна лицево-челюстна хирургична интервенция

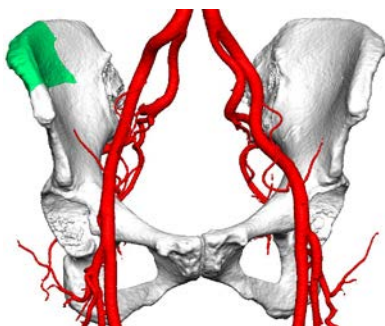
Систематизирани са стандартните клинични подходи (вж. Материал и методи, т. 2.1); параклинични методи – вкл. лабораторни (вж. Материал и методи, т. 2.2), инструментални (вж. Материал и методи, т. 2.3), информационни, технологични и медико-инженерни (вж. Материал и методи, т. 2.4), както и самите оперативни методи (вж. Материал и методи, т. 2.5) при подготовката, хирургичното лечение и проследяването на пациентите с реконструктивни операции на комплексни лицево-челюстни дефекти (вж. Материал и методи, т. 3).

За първи път у нас е създаден протокол за компютър-томографско изследване на пациенти при които предстои микросъдова реконструктивна операция в областта на главата и шията, с донорна област в отдалечена част на тялото. Този протокол позволява, генерираната образна информация, да бъде директно експортирана в планира-

щия сървър и едновременно използвана за целите на дигиталните планиращи методи.

В представените две конкретни групи пациенти, компютър-томографското изследване на донорната област е приложено за долната половина на тялото (таз и долни крайници), но същият протокол би могъл да се използва и в други донорни зони на тялото – като например скапуларната, параскапуларната (вж. Ламба, базирани на субскапуларната съдова система) и др.

Прецизният и систематизиран подход на контрастната тънкосрезна компютърна томография е тясно свързан с качеството на цялостния образ, който планиращата дигитална платформа генерира и представя, и с който медицинските инженери и хирурзите работят в целия процес на планиране, процесинг и принтиране. В тази насока всички образни изследвания на пациентите от I и II група, осъществени по този протокол, генерират висококачествени образи и детайлна визуализация не само на костните компоненти в областите на интерес, но и детайлното кръвоснабдяване на всички изследвани зони (фиг. 118)



Фиг. 118. 3Д изобразяване на костния скелет и кръвоснабдяването в областта на таза въз основа на описания протокол за контрастна тънкосрезна КТ ангиография

Освен широко приложимата компютър-томографската оценка на кръвоснабдяването в зоните на интерес, са приложени и специфични методи на оценка на съдовата анатомия на крайниците – напр. доплер-сонографски тест на Алън (вж. Материал и методи, т. 2.3), особено там, където може да се очаква терминален тип кръвоснабдяване, като ръката например.

Същевременно, систематизирането и прецизната интерпретация на тънкосрезните компютър-томографски образни методи, както и разглеждането им в насоката на виртуалното планиране и моделиране, са в същността на създаването на национално и международно интердисциплинарно медико-инженерно сътрудничество (вж. Материал и методи, т. 2.4), а също така и в процеса на подготовка и реализация на клиничния материал в настоящия дисертационен труд.

От своя страна, приложените конкретни стъпки в медико-инженерния подход за генериране и принтиране на триизмерни модели при пациентите от първа група (вж. Материал и методи, т. 2.4), както и на цялостно виртуално планиране, моделиране, оперативно дигитално симулиране и трансфер на плана в реалната операция чрез производство на триизмерни модели, хирургични водачи и пациент-специфични импланти при пациентите от втора група (вж. Материал и методи, т. 2.4), са верифицирани в осъществените оперативни интервенции (вж. Резултати) като изключително прецизни, надеждни и улесняващи практическата хирургична дейност, включително скъсяващи оперативното време и увеличаващи сигурността на костната адаптация и остеосинтезното фиксиране в зоната на реконструкция.

Всички стъпки и приложени протоколи на подготовка и планиране, посочени по-горе, допълнени и от подходите за лицево-челюстни резекции с едномоментни микросъдови реконструкции (вж. Материал и методи, т. 2.5) и лицево-челюстни резекции с едномоментни регионални аксиални реконструкции (вж. Материал и методи, т. 2.5), които нашите екипи осъществяват в хода на приложението на така систематизирания и представен за първи път у нас подход, отговарят на съвременните международни стандарти за интердисциплинарна и високотехнологично базирана работа.

По задача 2. Производство на индивидуални 3Д челюстни модели при пациенти с костни резекции и реконструкции и индивидуализиране на стандартни реконструктивни импланти по тях, като първоначален етап на приложение на дигиталните методи в хирургичната практика

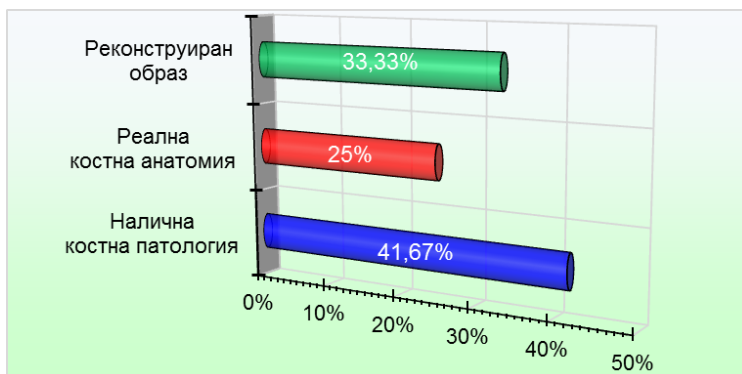
Възможността да бъде изобразена нормалната анатомия или съответното патологичното изменение на костните структури в областта на лицето, под формата на пациент-специфичен 3Д модел, приложен от нас при пациентите от I група (вж. Материал и методи, т. 2.4), е едно от първите значими достижения на приложението на дигиталните методи в областта на хирургичната практика.

Ползите от индивидуалните модели са представени в литературата през 2011 г. и обобщени в таблица 4 (по Mehra, 2011).

В първата група от 12 наши пациенти (вж. Резултати, табл. 2), с помощта на описания подход (вж. Материал и методи, т. 2.4), са триизмерно принтирани 12 индивидуални модела, от които: 5 – изобразяващи реалната костна анатомия, с наличната костна патология; 3 – реалната костна анатомия, без налична патология в нея, и 4 – с реконструиран образ на костта поради наличието на обширен деструктивен процес, използвайки технологията на огледалния образ (фиг. 119) (вж. Материал и методи, фиг. 3).

Табл. 4. Ползи от приложението на индивидуалните триизмерни модели

Детайлна диагностика и планиране на лечението
Директна визуализация на анатомичните структури
Хирургични водачи/шаблони
Хирургична практика/подготовка
Планиране на инцизиите и резекцията
Оценка на костните дефекти за графтиране
Огъване/Адаптиране на реконструктивни пластини
Производство на индивидуални протезни елементи
ТМС протезни елементи, дистракционни устройства, фиксиращи устройства.
Намалено хирургично и анестезиологично време
Предвидими резултати
Подобрена комуникация с колеги
Разяснителен и образователен инструмент за пациентите



Фиг. 119. Произведени индивидуални 3Д челюстни модели, използвайки дигитални методи в хирургичната практика и разпределение сред пациентите от I група

Тези модели са използвани при 5 микроваскуларни реконструкции и 8 регионални аксиални реконструкции (фиг. 120).

По моделите са предоперативно огънати и адаптирани:

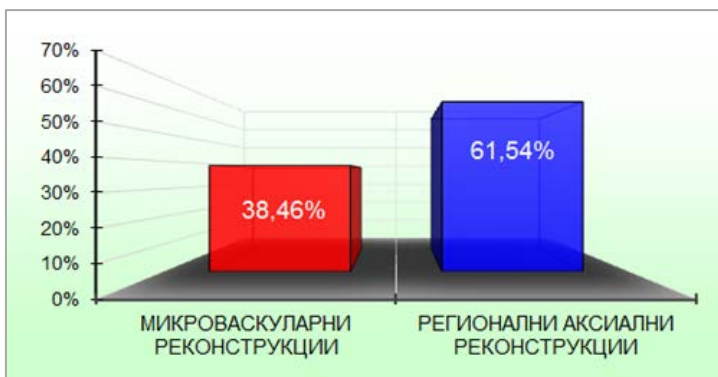
– 9 реконструктивен тип пластини: 1 за горна челюст и 8 за долна челюст;

– 5 минипластини: 3 за областта на долночелюстния ментум (във връзка с хирургичен достъп през тази зона към корена на езика и орофаринкса) и 2 – за контурно поддържане на меките тъкани в зоната на зигоматикомаксиларния и назомаксиларния комплекси.

– 2 орбитални импланта за възстановяване на различни по обем дефекти, ангажиращи медиалната, каудалната и латералната орбитални стени (фиг. 121).

От реконструктивните пластини:

– Използваната в областта на горната челюст (вж. случай № 1, I група), започва от краниалната част на дисталната зона на левия *tuber maxillae* и преминавайки през целия алвеоларен гребен на максилата, достига до дистокаудалната зона на десния *tuber maxillae*.



Фиг. 120. Разпределение на типа реконструктивни операции при пациентите от I група



Фиг. 121. Разпределение на типа импланти при пациентите от I група

– Останалите 8 реконструктивни пластини, адаптирани по долночелюстни триизмерни модели, са планирани по следния начин:

При унилатералните дефекти, недостигащи срединната линия, пластината започва от основата на съответния ставен израстък от страната на дефекта, преминава по дисталния и основния контур на челюстта и достига до средата на тялото на контралатералната половина в областта на премоларите, разполагайки се под контралатералния *nervus mentalis*.

При унилатералните дефекти, достигащи срединната линия, пластината започва отново от основата на съответния ставен израстък от страната на дефекта и преминава по същия контур както в предходното описание, достигайки до дисталната част на контралатералната половина, в областта на ъгъла на долната челюст.

В представената I група пациенти няма билатерален дефект, който да е възстановен с адаптирана реконструктивна пластина по 3Д модел на долната челюст, но при други подобни случаи в нашата практика моделираме пластината така, че да достига минимум от средата на единия клон на челюстта до средата на другия клон, с цел противодействие и устойчивост на сложните сили на

тракция, компресия и усукване, генерирани в областта на ментума. При по-изразено латерализиране на подобни дефекти, пластините достигат и до основата на ставния израстък в съответната страна.

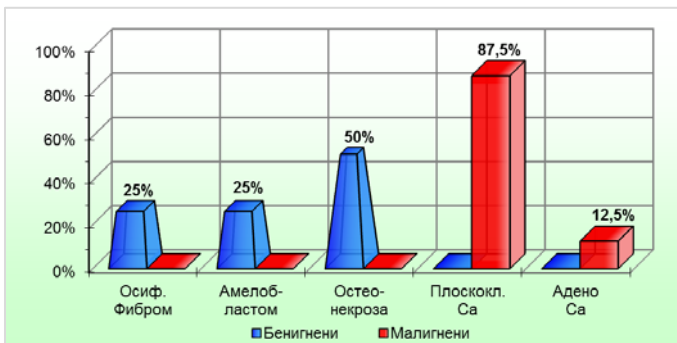
Характеристиката на моделираните реконструктивни пластини при пациентите от I група с мандибуларни дефекти описани по-горе, са представени в таблица 5.

Табл. 5. Периметър на реконструктивните пластини при пациентите от I група с мандибуларни дефекти

Пациент №	Осн. Ст. Изр.	Клон	Ъгъл	Тяло на долна челюст																Ъгъл	Клон	Осн. Ст. Изр.
				8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8			
2				[Blue bar spanning teeth 1-6]																		
5				[Blue bar spanning teeth 1-6]																		
7				[Blue bar spanning teeth 1-8]																		
8				[Blue bar spanning teeth 1-6]																		
9				[Blue bar spanning teeth 1-6]																		
10				[Blue bar spanning teeth 3-8]																		
11				[Blue bar spanning teeth 3-8]																		
12				[Blue bar spanning teeth 1-6]																		

Същевременно лекуваните нозологичните единици при пациентите в I група са, както следва: 4 пациенти с бенигнена патология и 8 с малигнена.

Анализът на хистологичните резултати от проведеното изследване на пациентите в I група със злокачествени процеси, откроява плоскоклетъчните карциноми като най-широко разпространени (87.5%), докато сред бенигнената патология се наблюдава наличието на по-разнородни мезенхимни и одонтогенни туморни процеси, както и все по-често срещаните към момента на изследване – медикаментозно индуцирани (бисфосфонати и RANK-L лиганди) челюстни остеонекрози, засягащи предимно пациенти с костни метастатични онкологични заболявания (фиг. 122).



Фиг. 122. Честотно разпределение на бенигнените и малигнените нозологични единици сред пациентите от I група

По задача 3. *Цялостен процес на дигитално планиране, моделиране, оперативно симулиране, производство на хирургични трансферни водачи и 3Д пациент-специфични импланти*

Във втората група от 10 наши пациенти (вж. Резултати, табл. 3), за всеки отделен случай е осъществен цялостен процес на генериране на дигитални модели на лицево-челюстната патология, както и на донорната зона за микросъдова скелетна реконструкция; виртуално планиране и симулиране на резекционната и реконструктивната фази на оперативната интервенция; производство на сетове от хирургични водачи за трансфериране на виртуалния план в реалната операция (без пациенти № 1 и 5 поради описаните причини (вж. Резултати), както и производство на 3Д пациент-специфични импланти, придружени от 3Д модели на реконструираният лицеви структури и на донорните костни зони, за периперативна верификация.

При всички пациенти от II група този процес е осъществен съвместно с медико-инженерния екип на фирма KLS Martin (Tutlingen, Germany), посредством периодични онлайн конферентни срещи за всеки един клиничен случай (вж. Материал и методи, т. 2.4).

Този най-съвременен клиничен подход е използван при 9 микроваскуларни реконструкции и 4 регионални аксиални реконструкции (фиг. 123).



Фиг. 123. Разпределение на типа реконструктивни операции при пациентите от II група

На базата на представените по-горе резекционни и реконструктивни дефекти в II група, ангажиращи долната челюст, са виртуално конструирани и лазерно синтеровани следните пациент-специфични импланти (табл. 6).

Табл. 6. Периметър на пациент-специфичните импланти при пациентите от II група с мандибуларни дефекти

Пациент №	Осн. Ст. Изр.	Клон	Ъгъл	Тяло на долна челюст																Ъгъл	Клон	Осн. Ст. Изр.
				8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8			
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						

– при пациент № 2, с резекция тип Ic – 2,5 мм имплант, започващ от основата на моделирания във фибуларната кост ставен израстък, вървящ по дисталния и основния контур на реконструираната и собствената част на челюстта и достигаш до контралатералната премоларна зона (вж. Резултати, фиг. 76, МД).

– при пациент № 3, с резекция тип I – 2,5 мм имплант, започващ от основата на ставния израстък от страната на резекцията, вървящ по дисталния и основния контур на реконструираната и собствената част на челюстта и достигащ до контралатералната премоларна зона (вж. Резултати, фиг. 80, ДГ).

– при пациент № 4, с резекция тип IVc – 2,5 мм имплант, започващ от основата на моделирания във фибуларната кост ставен израстък, вървящ по дисталния и срединния контур на реконструираната зона, както и основния и дисталния контур на собствената част на челюстта и достигащ до основата на контралатералния ставен израстък (вж. Резултати, фиг. 84, ПП).

– при пациент № 5, с резекция тип II – 3 мм имплант, започващ от основата на ставния израстък от страната на резекцията, вървящ по дисталния и основния контур на реконструираната и собствената част на челюстта и достигащ до контралатералната премоларна зона. Дистално от тази зона започва участък на предходна континуитетна резекция на медикаментозно асоциирана остеонекроза, който бе преценен като рисков за натоварване (вж. Резултати, фиг. 91, КК).

– при пациент № 6, с дефект тип II и моделираща остеотомия – хибриден фиксационно-контурен имплант – с 2 мм дебелина на фиксационната част и 1,4 мм на базалната контурна част, ангажиращ основата на ставния израстък и клона на челюстта от страната на дефекта, контуриращ и фиксиращ зоната на деформацията и достигащ до основата на контралатералната премоларна зона (вж. Резултати, фиг. 94, ДИ).

– при пациент № 7, с дефект тип II и моделираща остеотомия – хибриден фиксационно-контурен имплант – с 2,5 мм дебелина, ангажиращ основата на ставния израстък от страната на дефекта, контуриращ и фиксиращ зоната на

централната и латералната деформация, и достигащ до медиалната граница на контралатералния ъгъл на челюстта (вж. Резултати, фиг. 100, ГМ).

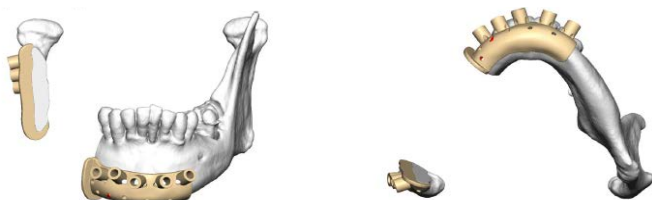
– при пациент № 8, с резекция тип III – 2 мм имплант, започващ от средата на левия мандибуларен ъгъл (латерализираната по отношение на дефекта страна), вървящ по основния ръб на челюстта, изкачващ се към средата на илиачната реконструкция и вървящ по нея, слизащ отново към основния ръб на челюстта и достигащ до медиалната част на контралатералния ъгъл (вж. Резултати, фиг. 106, КЙ).

– при пациент № 9, с резекция тип Ic – хибриден фиксационно-контурен имплант – с 2 мм дебелина на фиксационната част и 1,4 мм на базалната контурна част, започващ от основата на моделирания във фибуларната кост ставен израстък от страната на дефекта, вървящ по дисталния и срединния контур на реконструираната част на челюстта и достигащ през срединния, основния и дисталния контур на собствената мандибуларна кост до основата на контралатералния ставен израстък (вж. Резултати, фиг. 110, КЖ).

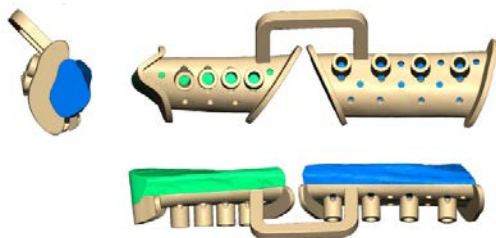
– при пациент № 10, със симетрична билатерална резекция тип IV – хибриден фиксационно-контурен имплант – с 2 мм дебелина на фиксационната и базалната контурна част и 1,5 мм дебелина в областта на екстензиите за фиксиране на фибуларната реконструкция, започващ от основата на единия ставен израстък и достигащ до основата на контралатералния ставен израстък (вж. Резултати, фиг. 115, РБ).

По отношение на хирургичните водачи – следвайки утвърдения от KLS Martin Group (Tutlingen, Germany) общ дизайн, планирахме всички резекционни водачи без отстояние от съответните костни структури в областта на лицето (фиг. 124). Реконструктивните водачи, от друга

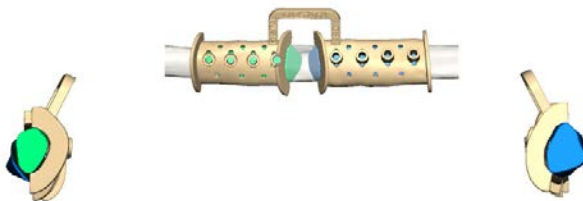
страна, бяха планирани с различно отстояние (англ. offset) между костта и водача, с оглед изследване на адаптацията, взаимодействието, точността и комфорта на работа при различен обем костни структури и периосални меки тъкани (фиг. 125, 126, 127, 128).



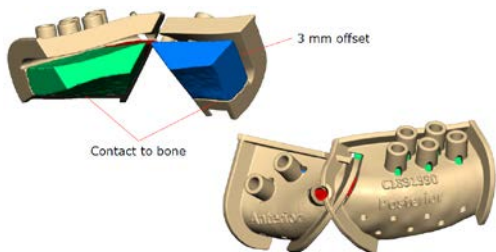
Фиг. 124. Хирургични водачи за мандибуларна резекция



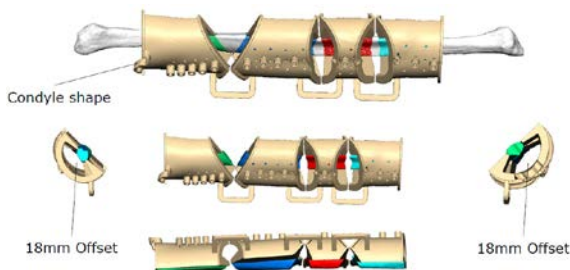
Фиг. 125. Хирургичен реконструктивен фибуларен водач с 0 мм offset



Фиг. 126. Хирургичен реконструктивен фибуларен водач с 1 мм offset



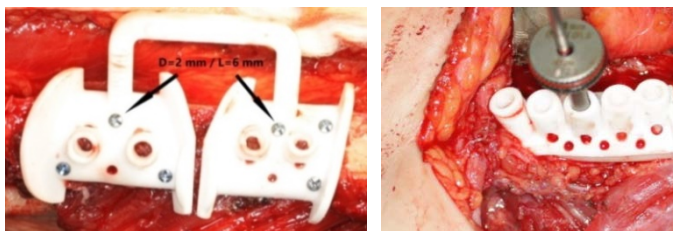
Фиг. 127. Хирургичен реконструктивен илиачен водач с 3 мм offset



Фиг. 128. Хирургичен реконструктивен фибуларен водач с 18 мм offset

Както резекционните, така и реконструктивните хирургични водачи се фиксират към подлежащата кост, посредством съответни отвори за 2 мм в диаметър винтове, като дължината на последните варира, в съответствие с дебелината и структурата на подлежащата кост и наличното отстояние (offset). В нашия подход при резекционните и реконструктивните водачи с отстояние между 0–1 мм, най-често използвахме монокортикално позиционирани 2 мм в диаметър/6 мм в дължина винтове за фиксиране на хирургичните водачи (фиг. 129-а).

Същевременно и при двата вида водачи се планират и принтират насочващи цилиндри, за оформяне на отворите за фиксиране на пациент-специфичния имплант, през които донорните и реципиентните костни структури се перфорират в съответната точно определена позиция, ъгъл и дълбочина, с оглед избягване на съдово-нервни конфликти, позициониране на фиксацията в оптималната височина и разположение спрямо пациент-специфичния имплант и взаимоотношение между донорна и реципиентна кост, както и по отношение на позициониране на фиксиращите винтове в оптимална по обем и качество костна структура (фиг. 129-б).



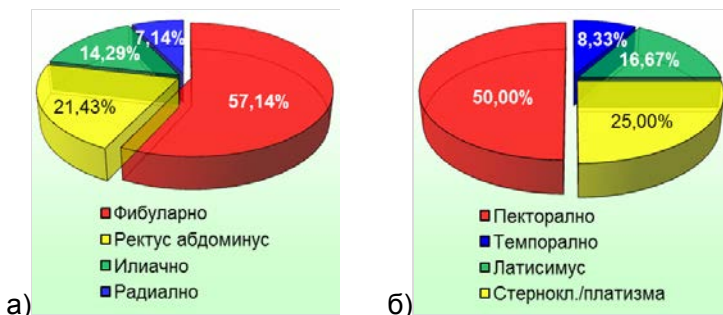
Фиг. 129. а) Хирургичен реконструктивен фибуларен водач фиксиран в позиция за остеотомия посредством 6 броя титанови минивинта с диаметър 2 мм и дължина 6 мм; б) мандибуларен резекционен водач в момент на оформяне на фиксационните отвори за адаптация на пациент-специфичния имплант към реципиентната ложа

По задача 4. *Интраоперативно приложение на индивидуализираните стандартни импланти по произведените 3Д челюстни модели, както и на 3Д принтираните пациент-специфични импланти и хирургични водачи*

Индивидуализираните стандартни титанови импланти по произведените 3Д челюстни модели при пациентите от I група (вж. табл. 2, табл. 5 и фиг. 121) са свързани с приложението на 5 микроваскуларни и 8 регионални аксиални реконструкции (вж. фиг. 120). 3Д принтираните хирургични водачи и пациент-специфичните импланти при пациентите от II група съответно са приложени при 9 микроваскуларни и 4 регионални аксиални реконструкции (вж. фиг. 123), а общо в двете групи пациенти са осъществени 14 микроваскуларни и 12 регионални аксиални реконструкции (фиг. 130 и 131).



Фиг. 130. Разпределение на типа реконструктивни операции при пациентите от I и II група



Фиг. 131. Разпределение на ламбата за: а) микроваскуларни и б) регионални аксиални реконструкции при пациентите от I и II група

Костно базираните реконструкции (микроваскуларни) от своя страна, се разпределят по следния начин (табл. 7-а и б):

Табл. 7. Микроваскуларни и регионални аксиални реконструкции при пациентите от I и II група

а) Фибуларни микроваскуларни костни реконструкции				
Според сегментирането	1-сегментна	2-сегментна	4-сегментна	
	3	4	1	
Според типа	Осална	Миосална	Остеокутанна	
	4	2	2	
б) Илиачни микроваскуларни костни реконструкции				
Според сегментирането	2-сегментна		2	
Според типа	Миосална		2	
в) Регионални аксиални мекотъканни реконструкции				
Според вида	Пекторално ламбо	Латисимус ламбо	Темпорално ламбо	Стернокл./платизма ламбо
	6	2	1	3
Според типа	Кожно-мускулни		Мускулни	
	7		5	

Фибуларните костни реконструкции в частност са:

– Според сегментирането на костта – 3 са едносегментни, 4 – двусегментни (включително 2 броя с моделиране на ставен израстък) и 1 брой – 4-сегментен с моделиране на ставен израстък.

– Според типа на ламбата – 4 са осални, 2 – миоосални (с включен *m. soleus* и в двата случая), и 2 – остеокутанни (табл. 7-а).

Микроваскуларните илиачни реконструкции от своя страна са двусегментни и миоосални, с включен *m. obliquus int.* (табл. 7-б).

Регионалните реконструкции в двете група пациенти са представени от пекторалното ламбо, от латисимус дорзи ламбото, от темпоралното ламбо и от шийните ламба от областта на стерноклейдомастоидния и платизмарния мускул (табл. 7-в).

При пациентите от II група, при които е приложен цялостен процес на виртуално планиране и реконструиране, с производство на хирургични водачи и пациент-специфични импланти (вж. Резултати, табл. 3), са осъществени следните навигирани мандибуларни резекции и/или са реконструирани следните мандибуларни дефекти (табл. 8) (по Brown, 2016):

– 3 броя резекции от I тип (клас), от които 2 – включващи ставния израстък (хемиексартикуляция, тип Ic)

– 3 броя резекции от II тип (клас)

– 1 брой резекция от III тип (клас)

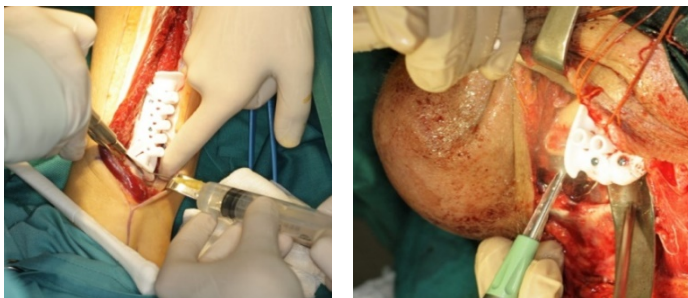
– 3 броя резекции от IV тип (клас), едната от които включваща ставния израстък (хемиексартикуляция, тип IVc).

Табл. 8. Типове мандибуларни резекции при пациентите от II група (по Brown, 2016)

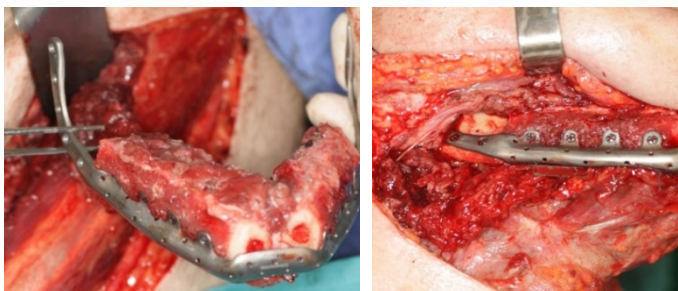
МАНДИБУЛАРНИ РЕЗЕКЦИИ			
I тип (клас) 3 бр.	II тип (клас) 3 бр.	III тип (клас) 1 бр.	IV тип (клас) 2 бр.
тип I – 1 бр.	тип II – 3 бр.	тип III – 1 бр.	тип IV – 2 бр.
тип Ic – 2 бр.			тип IVc – 1 бр.

Микроваскуларните реконструкции и в двете групи пациенти бяха осъществени едноетапно, многоекипно, с участието в различните случаи на – от 2 до 3 тричленни хирургични лекарски екипа, от 2 до 3 двучленни анестезиологични екипа (лекар и сестра), от 3 до 4 операционни сестри и от 2 до 4 операционни санитарни, а регионалните реконструкции бяха осъществени едноетапно, едноекипно по отношение на тричленния лекарски екип и с участието на до 2 анестезиологични екипа (лекар и сестра), до 2 операционни сестри и до 2 операционни санитарни.

При лечението на пациентите от II група, анализът на работата с хирургичните водачи демонстрира – в случаите на приложение на резекционни водачи, след разкриване и субпериостална дисекция на апроксималните зони на планираната костна резекция, водачите се адаптират абсолютно точно по планирания контур и резекционните линии са лесни за оформяне, с помощта на съответен електрохирургичен инструментариум (най-често реципрочен електрически остеотом) или пиезо-хирургичен уред (фиг. 132). При използването на реконструктивните водачи също се отчете много добра прецизност на адаптацията към донорните костни структури (фибуларна и илиачна кост) и абсолютно съвпадение на планираната позиция и ангулация на отворите за фиксиране на костния трансплантат в позицията му към пациент-специфичния имплант и в отношението му с реципиентната костна структура (фиг. 133).



Фиг. 132. Фибуларна и мандибуларна остеотомия, посредством:
 а) реконструктивен хирургичен водач и електрохирургичен реципрочен остеотом; б) резекционен хирургичен водач и пиезохирургичен уред

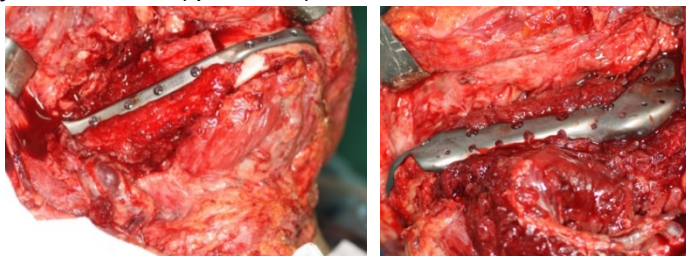


Фиг.133. а) Фиксиране на двусегментно осално фибуларно ламбо към пациент-специфичен имплант веднага след остеотомията на донорната зона с помощта на реконструктивен водач и преди отделяне от донорното кръвообращение; б) фиксация на ламбото към реципиентната мандибуларна ложа

По отношение на планираното отстояние (offset) в реконструктивните хирургични водачи – прецизността на адаптация към донорната кост се увеличава, колкото той е по-близък до 0, но същевременно малкото или липсващо отстояние би могло да увеличи натиска върху меките тъкани на ламбото (дори и при изолираните фибуларни осални ламба, при които също е наложително запазването на мускулен периосален маншон за протекция на периосталната циркулация) за времето на фиксиране на водача и остеотомиране на ламбото. Също така при

липсващо отстояние на водача от костта би могла да бъде затруднена самата адаптация и фиксиране на водача при по-голям периосални мускулни тъкани или обемни композитни ламба. Това особено важи за илиачните ламба, при които е наложително осигуряването на отчетливо отстояние (*offset*), с оглед множеството мускулни залавни места и трудната субпериостална дисекция по външната част на *crista iliaca*. Същевременно, колкото е по-голямо разстоянието между реконструктивния водач и костта (въпреки, че той винаги опира в основния ръб на костта, а *offset*-ът е формиран между латералната стена на костта и водача), толкова по-трудно е стабилното фиксиране в правилна позиция, както и подборът на подходящи по дължина и стабилност електрохирургични резекционни крайници за осъществяване на остеотомията.

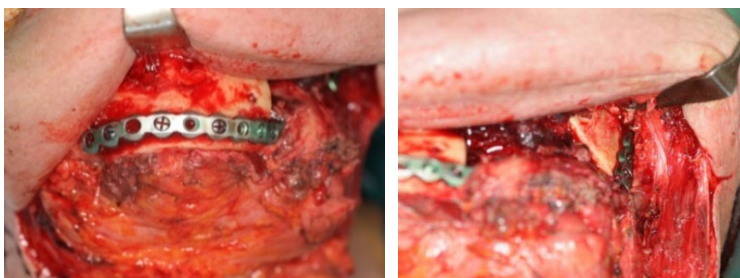
При всички приложени от нас и описани по-горе 10 лазерно синтеровани пациент-специфични импланти са установени: абсолютно точна адаптация към реципиентната ложа и костния трансплантат (в случаите на микросъдови реконструкции), както и пълна съпоставимост в дължина, обем и триизмерно ориентиране спрямо виртуалния план (фиг. 134).

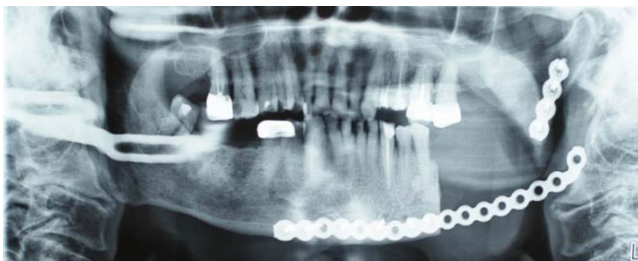


Фиг. 134. Съпоставимост на 3Д пациент-специфичните импланти към донорната и реципиентната костни структури

Същевременно, би трябвало да се има предвид, че синтерованият титан е изключително ригиден и здрав материал, и произведените от него импланти не подлежат на интраоперативно моделиране, коригиране или допълнително адаптиране, поради което прецизният процес на осъществяване на първоначалното компютър-томографско изследване, генерирането на виртуални модели и цялостният процес на планиране и принтиране на пациент-специфичния имплант е от изключителна важност.

По отношение на интраоперативното приложение на индивидуализираните стандартни реконструктивни титанови импланти по произведените 3Д челюстни модели (I група пациенти) се отчете сравнително добра степен на адаптация към реципиентната костна структура, но често след фина допълнителна интраоперативна корекция на частични вертикални и хоризонтални отстояния и особено на извивката в областта на ментума и позицията спрямо основния ръб на тялото и клона на долната челюст. В тази група пациенти имаме случай на фрактурирана реконструктивна пластина, при свързваща остеосинтеза в областта на тялото на долната челюст вляво, 6 мес. след приложението ѝ, най-вероятно поради генериране на прекомерни сили на усукване при микронесъответствия в триизмерната адаптация на пластината към костта (фиг. 135).



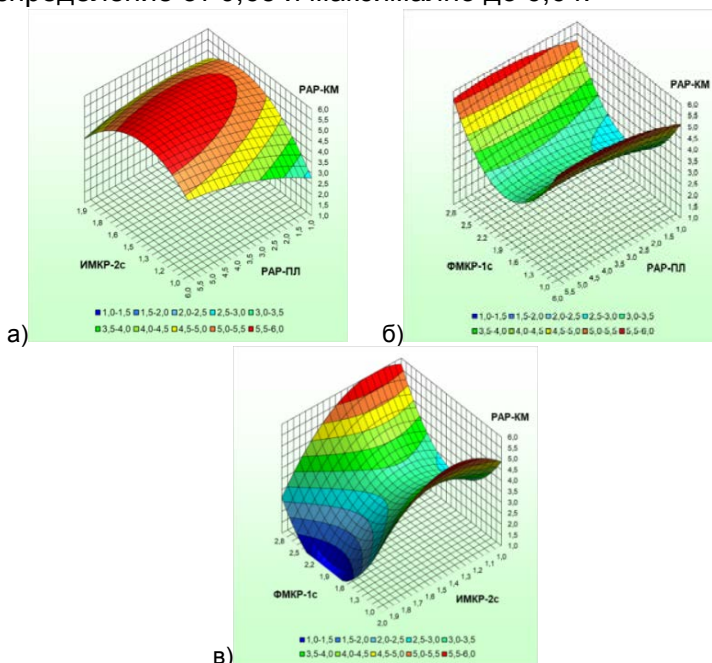


Фиг. 135. а) и б) Интраоперативно приложение на индивидуализиран по 3Д модел стандартен реконструктивен имплант; в) Фрактуриране на импланта 6 месеца постоперативно

По отношение на използването на индивидуализираните стандартни импланти и пациент-специфичните импланти с двата основни типа регионални реконструкции – мускулни и кожно-мускулни (вж. табл. 7) в сравнение с приложението им при основните видове микросъдови и регионални реконструкции, при пациентите от I и II група, са изведени следните 3Д графични зависимости (фиг. 136 и 137) посредством вариационен анализ, Mann–Whitney test, Тест χ^2 и екзактен тест на Фишер, Two-way ANOVA (за получаване на отговор за три различни фактора) и Wilcoxon matched pairs test (вж. т. 2.6. Статистически методи):

1. При анализа на цялата група регионални аксиални кожно-мускулни реконструкции (означени като РАР-КМ и заложили като изходни по Z оста), съпоставени с фибуларните микроваскуларни костни реконструкции – 1-сегм. (ФМКР-1с), илиачните микроваскуларни костни реконструкции – 2-сегм. (ИМКР-2с) и регионалните аксиални реконструкции – пекторално ламбо (РАР-ПЛ) (заложили като входни фактори), критерият на Кохрен (Cochran's Q test) е 0,172 и се приема ($<0,419$), както и критерият на Фишер (Fisher's exact test), който е 1,562 ($<19,37$). На фиг. 136 са изобразени областите, в които РАР-КМ приема максимални стойности (фиг. 136-а и б), както и минимални стойности (фиг. 136-в). С разширяване на границите на

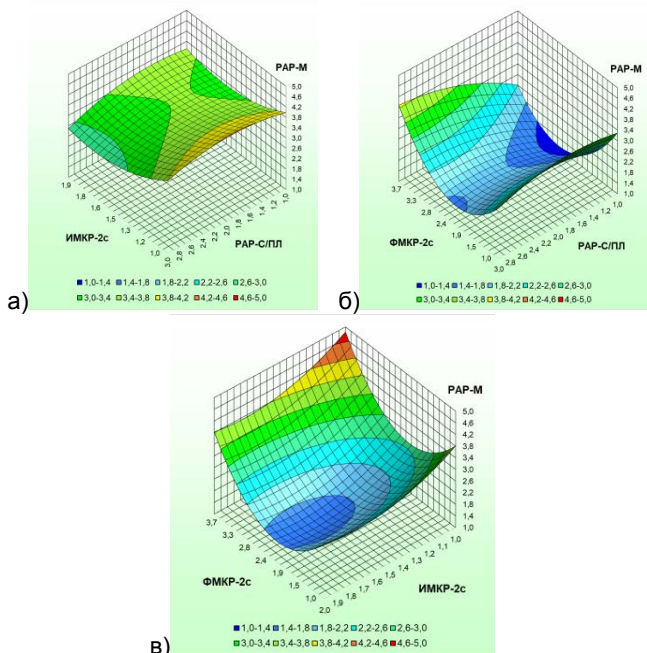
изхода от 1 до 6 се достигат стойности на минималното разпределение от 0,65 и максимално до 6,64.



Фиг. 136. 3Д графични зависимости на приложението на индивидуализираните стандартни импланти и пациент-специфичните импланти съвместно с регионални кожно-мускулни реконструкции

2. При анализа на цялата група регионални аксиални мускулни реконструкции (означени като RAR-M и заложили като изходни по Z оста), съпоставени с фибуларните микроваскуларни костни реконструкции – 1-сегм. (ФМКР-1с), илиачните микроваскуларни костни реконструкции – 2-сегм. (ИМКР-2с) и регионалните аксиални шийни реконструкции (RAR-С/ПЛ) (заложили като входни фактори), критерият на Кохрен (Cochran's Q test) е 0,173 и се приема (<0,419), както и критерият на Фишер (Fisher's exact test), който е 1,424 (<19,37). На фиг. 137 са изобразени областите, в които RAR-M приема минимални стойности (фиг. 137-а и б) спрямо заложените фактори по апликатната ос, както и максималните стойности (фиг. 137-в). С разширяване на

границите на изхода от 1 до 4 се достигат стойности на минималното разпределение от 1,06 и максимално до 4,83.



Фиг. 137. 3Д графични зависимости на приложението на индивидуализираните стандартни импланти и пациент-специфичните импланти съвместно с регионални мускулни реконструкции

Използвахме съвкупността от параметрични и непараметрични статистически тестове за да анализираме и визуализираме приложението на двата вида импланти в контраст на тяхната основна фиксационно-стабилизираща функция в случаи на костни реконструкции. И понеже както стандартните така и пациент-специфичните импланти се прилагат в определени клинични случаи в комбинация с изцяло мекотъканно базирани реконструкции на лицево-челюстни костни дефекти (вж. т. 2.5. Оперативни методи), анализирахме статистически основата на това приложение в нашата обща оперативна група пациенти. И въпреки че, от една страна – индивидуалността на всеки конкретен клиничен случай прави обобщаването на информацията

предизвикателно, а от друга – ограниченият брой репрезентативни случаи не позволява постигането на статистически значим резултат, успяхме да съпоставим и графично да изобразим както представените в първата точка на този анализ и считани в класическите реконструктивни подходи за по-надеждни – кожно-мускулни регионални реконструктивни ламба (в нашата серия – пекторално и латисимус дорзи кожно-мускулни ламба), така и набиращите все по-голяма популярност, особено за интраорални реконструкции – изцяло мускулни регионални реконструктивни ламба (в нашата серия – стерноклейдомастоидно, платизмарно и пекторално мускулни ламба), представени във втората точка на графичния анализ.

По задача 5. Обобщаване на алгоритъм за приложение на методите на виртуално 3Д планиране, моделиране и принтиране при локални, регионални и микросъдови реконструкции на обширни костни дефекти в лицево-челюстната област

На базата на придобития и описан по-горе клиничен опит е създаден следният алгоритъм за приложение на дигитално-асистираните методи в случаи на локални, регионални и микросъдови реконструкции на сложни и обширни дефекти в лицево-челюстната област (фиг. 138).

С негова помощ се систематизират подходите за дигитално-асистирана хирургия в случаите на комплексна лицево-челюстна костна патология с предстоящ или наличен обширен дефект, при което са интегрирани възможностите както за оперативна интервенция само с помощта на ориентиращ индивидуален пациент-специфичен 3Д модел – лицево-челюстен и/или донорен (първа линия на алгоритъма), така и за напълно развита концепция за виртуално планиране, моделиране, резекционно и реконструктивно симулиране и 3Д принтиране на хирургични водачи и пациент-специфични импланти, в съчетание с микросъдова костна реконструкция (втора линия на алгоритъма).

В основата и на двете линии стои информацията от съответна тънкосрезна компютърна томография на лицевия скелет с или без реципиентна (шийна) и донорна (фибуларна, илиачна, скапуларна и т.н.) КТ ангиография (в случаи на микросъдова реконструктивна интервенция).

Следва трансфер на дигиталния КТ формат в съответната планираща софтуерна платформа и анализ и сегментиране на образите. Тази стъпка е последвана от изграждане на дигитален модел – лицево-челюстен и/или донорен, след което планиращият би могъл да продължи по:

– първата десцендентна линия, с: контрол на грешките и верификация на модела/моделите, експортиране в съответен дигитален формат към 3Д принтиращо устройство и производство на пациент-специфичен/специфични модел/модели с мануално планиране на резекцията и/или реконструкцията и индивидуализиране на стандартна/стандартни пластина/пластини, или по:

– втората десцендентна линия, с: верификация на неутралната мандибуларна позиция; виртуална лицево-челюстна резекция; верификация на донорната костна зона и съдовата анатомия; виртуална донорна остеотомия, трансфер на донорния сегмент в резецирания лицево-челюстен участък, сегментиране на донорната кост и ориентиране спрямо реципиентната костна ложа; конструиране на пациент-специфичен имплант, резекционни и реконструктивни хирургични водачи; контрол на грешките, верификация и принтиране на пациент-специфичен имплант и хирургични водачи.

Двете колони на алгоритъма водят до заключителната фаза – осъществяване на съответно изчерпателно хирургично лечение – дигитално-асистирана лицево-челюстна резекция и/или локална, регионална или микросъдова реконструкция на сложния тъканен дефект.



Фиг. 138. Алгоритъм за приложение на методите на виртуално 3Д планиране, моделиране и принтиране при локални, регионални и микросъдови реконструкции на обширни костни дефекти в лицево-челюстната област

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия дисертационен труд представяме нашия личен хирургичен опит от клиничното приложение на виртуално планиране, моделиране и 3Д принтиране в случаи на локални, регионални и микросъдови реконструкции на комплексни лицево-челюстни дефекти.

Микросъдовата реконструктивна хирургия постави началото на нова епоха във възстановяването на сложните дефекти не само на лицето, но и в областта на главата, шията и останалата част на тялото. В последните години развитието ѝ е подпомогнато изключително много и от новите дигитални технологии в медицината, които предизвикват и нашия задълбочен интерес. Изучавайки европейския и световен опит на водещи лицево-челюстни институции и участвайки активно в работата на различни международни научни и клинични структури, обобщихме опита от работата ни в България и създадохме представения тук алгоритъм за клинично приложение на виртуално планиране, моделиране и 3Д принтиране при локални, регионални и микросъдови реконструкции на комплексни лицево-челюстни дефекти.

Възстановяването на обширни дефекти, причинени от хирургичното лечение, е сериозно предизвикателство за лекарите и същевременно е въпрос от първостепенно значение за живота на пациентите и техните близки. Считаме, че като споделяме нашите знания и придобития от нас клиничен опит с колегите лицево-челюстни хирурзи и медицинската общност на страната ни, ще защитим високия професионализъм на българската хирургична школа и ще допринесем за намаляване на сериозните функционални и естетични постоперативни нарушения, с цел съвременно и изчерпателно лечение на пациентите ни, водещо до възвръщане на техния пълноценен начин на живот.

ИЗВОДИ

По задача 1

1. Прецизното компютър-томографско изследване, специфично насочено към пациенти, на които предстои микросъдова реконструктивна операция в областта на главата и шията, с донорна област в отдалечена част на тялото е основополагащо за осъществяване на цялостния процес на виртуално планирана и дигитално асистирана лицево-челюстна хирургия.

2. Систематизирането на подхода за изследване и подготовка на клиничните случаи включващи виртуално планиране и моделиране са в основата на създаденото и пълноценно развиващо се национално и международно интердисциплинарно медико-инженерно сътрудничество.

3. Реализирането на виртуално планирани оперативни интервенции, включващи комплексни лицево-челюстни резекции с едномоментни микросъдови реконструкции и с едномоментни регионални аксиални реконструкции, отговаря на съвременните международни стандарти за интердисциплинарна и високотехнологично базирана работа.

По задача 2

1. При пациентите с костни резекции и реконструкции основополагащ етап от приложението на дигиталните методи в реконструктивната хирургична практика е производството на индивидуални 3Д челюстни модели и индивидуализирането на стандартни реконструктивни импланти според тяхната форма.

2. Верифицирани са чрез клинично приложение в периоперативна среда триизмерно принтирани пациент-специфични кранио-максило-фациални модели, изобразяващи реална костна анатомия (в 25% от случаите в нашата серия), реконструиран образ на костната анатомия (в 33%

от случаите) и реална костна патология (в 42% от случаите).

3. Пациент-специфичните модели подпомагат комплексните реконструктивни костни операции посредством използването им за индивидуализиране на различни видове стандартни фиксационни или контурни импланти: реконструктивни пластини (в 56% от случаите в нашата серия); минипластини (в 31% от случаите) и орбитални импланти (в 13% от случаите).

По задача 3

1. Въведеният неотдавна в международната клинична практика цялостен процес на изчерпателна дигитално-асистирана хирургия, включваща виртуално планиране, моделиране, оперативно симулиране, производство на хирургични резекционни и реконструктивни трансферни водачи и пациент-специфични импланти, се прилага понастоящем регулярно и в България, първоначално с международна интердисциплинарна експертиза, имаща потенциала да оформи и реално национално медико-инженерно сътрудничество и развитие.

2. Посредством представената методика биха могли да се конструират най-различен вид стабилизационни, фиксационни, контурни и хибридни пациент-специфични импланти със значими ползи по отношение на осъществяването както на функционалната, така и на естетическата компонента на комплексните лицево-челюстни възстановявания.

3. Конструирането в частност на резекционните и реконструктивните хирургични водачи може да бъде осъществено според предпочитанията на самия хирург и да осигурява предвидима и стабилна работа както по отношение на абластичността и радикалността на резекционната част на операцията, така и по отношение на деликатния процес на сегментиране на донорните рекон-

структивни костни структури, независимо от обема на мекотъканната компонента в композитните микросъдови ламба.

По задача 4

1. Многокомпонентната дигитално-асистирана хирургия е успешно въведена в хирургичната лицево-челюстна практика както в комбинация с микросъдови реконструкции (в 54% от случаите нашата серия), така и с регионални аксиални реконструкции (в 46% от случаите).

2. Верифицирана като изключително прецизна и достъпна за употреба е частта от приложението на хирургични водачи както в резекционната част на операцията, така и в реконструктивните етапи, независимо от броя на сегментите в костните ламба (между 1–4 сегмента в различните костни ламба от нашата серия).

3. Лазерно синтерованите пациент-специфични 3Д импланти, произведени по описания протокол, се адаптират интраоперативно абсолютно точно по реалния контур на костта (генериран предоперативно от КТ образите) и демонстрират превъзходство спрямо индивидуализираните по 3Д пациент-специфичен модел стандартни реконструктивни пластини.

4. Изведените 3Д графични статистически зависимости подкрепят приложението както на произведените по изцяло дигитална технология пациент-специфични импланти, така и на индивидуализираните импланти, съвместно с регионалните аксиални реконструкции, които за разлика от микросъдовите реконструкции не са костно, а изцяло мекотъканно базирани.

По задача 5

1. На базата на придобития научен и личен хирургичен клиничен опит е изпълнена целта на настоящия дисертационен труд и е създаден алгоритъм за клинично приложение на методите на виртуално 3Д планиране,

моделиране и принтиране при локални, регионални и микросъдови реконструкции на обширни костни дефекти в лицево-челюстната област.

2. Алгоритъмът е базиран на проследяването и обобщаването на резултатите от комплексното резекционно и реконструктивното лечение на лицевата патология. Чрез него се систематизират подходите за дигитално-асистирана хирургия в случаите на комплексна лицево-челюстна костна патология с предстоящ или наличен обширен дефект – интегрирайки възможностите както за оперативна интервенция само с помощта на ориентиращ индивидуален пациент-специфичен лицево-челюстен и/или донорен 3Д модел, така и за напълно развита концепция за виртуално планиране, моделиране, резекционно и реконструктивно симулиране и 3Д принтиране на хирургични водачи и пациент-специфични импланти, в съчетание с различни опции за възстановяване на тъканния дефект, вкл. и с микросъдова костна реконструкция.

3. Проследяването и анализирането на постигнатите клинични резултати ни дава основание да препоръчаме създаденият алгоритъм да бъде включен в програмите за следдипломно обучение по лицево-челюстна хирургия, дентална, орална и лицево-челюстна хирургия, неврохирургия и пластично-възстановителна хирургия, а също така и приложен в клиничната практика на съответните специалисти в България.

ПРИНОСИ

1. Създаден е специализиран протокол за компютър-томографско изследване на пациенти, при които предстои микросъдова реконструктивна операция в областта на главата и шията, с донорна област в отдалечена част на тялото. Той позволява генерираната образна информация да бъде директно експортирана в планиращия сървър и едновременно използвана за целите на дигиталните планиращи методи.
2. Осъществена е първата серия от изцяло виртуално планирани и 3Д моделирани микросъдови реконструкции на обширни дефекти в лицево-челюстната област, стабилизирани с лазерно синтеровани пациент-специфични импланти. Този клиничен проект е базиран на международно технологично сътрудничество и на реализиран в България собствен хирургичен опит.
3. Верифицирано е приложението както на индивидуализирани стандартни импланти, така и на пациент-специфични импланти с двата основни реконструктивни метода на сложни лицево-челюстни дефекти – микросъдови и регионални аксиални ламба.
4. Приложени са за първи път в клиничната практика у нас серия от виртуално планирани резекционни и реконструктивни хирургични водачи за екзактен пренос на виртуалния план във всяка една от осъществените реални оперативни интервенции.

5. Виртуално са конструирани и клинично са приложени серия от иновативни хибридни мултисегментни мандибуларни пациент-специфични импланти при фибуларни микросъдови реконструкции, с основа на импланта възстановяваща контура на челюстта по индивидуалните характеристики на пациента и стабилизираща част на импланта, позволяваща позициониране на фибуларния костен участък в оптимална алвеоларна мандибуларна позиция, с оглед правилно интраорално възстановяване и дентално протезиране.
6. Виртуално са конструирани, произведени с комбинирана 3Д технология и клинично приложени двучастови Titan-PEEK мандибуларен и краниофациален импланти.
7. Осъществено е виртуално планиране и клинично приложение на навигирани дентални импланти, в предходно виртуално планирани микросъдови фибуларни реконструкции, стабилизиращи с 3Д принтирани пациент-специфични импланти.
8. Създаден е алгоритъм за клинично приложение на методите на виртуално 3Д планиране, моделиране и принтиране при реконструкции в лицево-челюстната област, който би могъл да бъде използван на интердисциплинарна база от всички специалисти, работещи в тази комплексна зона на човешкото тяло.

ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни публикации

1. *Yanev N, Slavkov S, Markov D, Malinova A.* Three dimensional virtual planning, modelling and printing in fibula free flap mandibular reconstructions – initial case series in a limited resource environment. *J of IMAB.* 2021 Apr-Jun; 27(1): 3752–3758. DOI: 10.5272/jimab.2021272.3752.
2. *Blagova B, Yanev N.* Human Bartonella infection: a review of literature. *J of IMAB.* 2021 Apr-Jun; 27(1): 3759–3764. DOI: 10.5272/jimab.2021272.3759.
3. *Yanev N, Blagova B, Andreeva L.* Unusual Impaction – Rosettes of Multiple Unerupted Molars: Review Article. *International Journal of Dental Medicine (IJDM).* 2020; 6(1): 1–6. doi: 10.11648/ j.ijdm.20200601.11; ISSN: 2472-1360; ISSN: 2472-1387.
4. *Blagova B, Yanev N.* Two – versus one stage inferior nerve block – is there a difference in the application pain levels? A prospective clinical study. *Acta medica Croatica,* 2020; 74(4): 329–335.
5. *Blagova B, Dardanov A, Yanev N, Shekerova S, Galeva H.* Management of traumatically intruded immature permanent incisor. *SJOral Sci.,* 2020; 7(1): 565–9.
6. *Yanev N, Malinova A, Yordanova G, Markov D.* Regional reconstructions facilitated by a 3D modelling in oral cancer cases involving mandible. A look into surgical time, cost and clinical features. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* Dec. 2019; 57(10): e40–e41, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2019.10.111>.
7. *Джоров А, Романски Р, Славков С, Янев Н, Николов В, Петров П, Полихронов П.* Три реконструктивни подхода в лечението на болни с мандибуларни амелобластоми. *С., Военна медицина,* 2013; LXV(3–4): 30–35.

8. Власковска М, Янев Н. Фармакологични основи на лечението през устата и устната лигавица. – В: Орална медицина. (Под ред. на З. Кръстев, А. Киселова, Р. Коларов.) – С., Изд. Иван Сапунджиев, 2009; 108–121, ISBN: 978-954-9971-48-4.
9. Янев Н, Алексиев Е, Дудов А. Орална онкология. – В: Орална медицина. (Под ред. на З. Кръстев, А. Киселова, Р. Коларов.) – С., Изд. Иван Сапунджиев, 2009; 279–295, ISBN: 978-954-9971-48-4.
10. Казаков Л, Янев Н, Власковска М. Орофациална и дентална болка. – В: Орална медицина. (Под ред. на З. Кръстев, А. Киселова, Р. Коларов.) – С., Изд. Иван Сапунджиев, 2009; 77–86, ISBN: 978-954-9971-48-4.
11. Янев Н. Хирургични шевни материали в денталната практика. – В: Биосъвместимост в оралната медицина. От теорията към практиката. (Под ред. на А. Киселова, Б. Петрунов). С., Мединформ, 2016; 299–306, ISBN: 978-619-7164-04-6.
12. Янев, Н. Материали за протезиране на ТМС. – В: Биосъвместимост в оралната медицина. От теорията към практиката. (Под ред. на А. Киселова, Б. Петрунов). Мединформ, С., 2016, 325–331, ISBN: 978-619-7164-04-6.
13. Янев Н, Георгиев С, Лозанова П, Малинова Ал, Йорданова Г. Композитни регионални възстановявания на мекотъканни дефекти в средната лицева трета след резекции на авансирани морфейни базоцелуларни карциноми. БАПРЕХ, Сборник доклади на IV Национална конференция. 2019; 7–17. ISBN: 978-619-241-048-3.
14. Романски Р, Петров В, Янев Н, Комитски Ст. Етапно хирургично лечение при пациент с болест на Маделунг. Клиничен случай. XIV Национален конгрес по хирургия с международно участие. XI Лицево-челюстна хирургия, Б. Пластична хирургия. С., Сборник доклади от Национален конгрес по хирургия, Българско хирургическо дружество, 2014, 922–926, ISSN: 2603-4034.

15. Сурчева Сл, Нашар М, Милев М, Янев Н, Казаков Л, Власковска М. Ефект на фитоестрогени и естрадиол върху болката и аналгетичния ефект на морфин и метамизол. Значение на пола и генетичния терен. С., Списание на Българското онкологично дружество, 2007: 51–56, ISSN 1312-6601.

Участия в научни форуми

1. Янев Н., Св. Славков, Д. Марков, С. Георгиев. Комплексни орофарингеални реконструкции. VI Научна конференция „Новости в онкологията на главата и шията“. RIU Resort, Правец, 24–26.06.2016; OP.
2. Yanev N. Lower and middle face bone reconstructions. 12th National Bulgarian ENT Congress, RIU Hotel, Sv.Vlas Resort, Bulgaria, 29.09–01.10.2017; OP.
3. Yanev N, Microvascular Surgery Road in Bulgaria – an inspired trailblazing. 3rd Bulgarian National Oral and Maxillofacial Surgery Congress, Admiral Hotel, Golden Sands Resort, Varna, Bulgaria, 26–28.04.2018; OP.
4. Yanev N, Slavkov S, Markov D, Malinova A, Georgiev S, Lozanova P. Virtual Planning, 3D Modelling And Patient Specific Implant Design In Lower Facial Third Microvascular Reconstructions. 24th Congress of the Eur. Assoc. for Cranio-Maxillo-Facial Surgery, Gasteig and Holiday Inn Congress Centres, Munich, Germany, 18–21.09.2018; OP.
5. Markov D, Slavkov S, Yanev N. The Benefit Of 3D Virtual Surgical Planning to Optimize the Stages Of Microvascular Reconstruction of Major Defects in the Head And Neck. 24th Congress of the Eur. Assoc. for Cranio-Maxillo-Facial Surg., Gasteig and Holiday Inn Congress Centres, Munich, Germany, 18–21.09.2018; e-P.